Revue du génie militaire

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

{BnF

gallica
BIBLIOTHÈQUE
NUMÉRIQUE

Revue du génie militaire. 1887-1959.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF.Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :
*La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.
*La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

Cliquer ici pour accéder aux tarifs et à la licence

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

*des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
*des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter reutilisation@bnf.fr.

9270-13

REVUE
DU GÉNIE
MILITAIRE

Paraissant le 25 de chaque mois

TREIZIÈME ANNÉE

Tome XVIII (2e Semestre 1899)

RÉDACTION :

PARIS, 8, RUE SAINT-DOMINIQUE

ADMINISTRATION :

BERGER-LEVRAULT ET Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS	NANCY
RUE DES BEAUX-ARTS, 5	RUE DES GLACIS, 18

1899

Tous droits réservés.

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

REVUE

DU GÉNIE

MILITAIRE

8° V
1002

NANCY, IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT ET Cie

REVUE

DU GÉNIE

MILITAIRE

Paraissant le 25 de chaque mois

TREIZIÈME ANNÉE

Tome XVIII (2e Semestre 1899)

RÉDACTION :

PARIS, 8, RUE SAINT-DOMINIQUE

ADMINISTRATION :

BERGER-LEVRAULT ET Cie, ÉDITEURS

PARIS	**NANCY**
RUE DES BEAUX-ARTS, 5	RUE DES GLACIS, 18

1899

4°V
20050

LA

GÉOGRAPHIE MILITAIRE

ET LES

NOUVELLES MÉTHODES GÉOGRAPHIQUES

(Suite [1]*.)*

(PL. I ET II.)

HAUTE VALLÉE DE LA SAONE

La haute vallée de la Saône a pris son origine dans un grand affaissement qui s'est formé pendant l'ère tertiaire, comme contre-partie des plissements du Jura, créant une cuvette limitée de tous côtés par des failles et qui a été occupée longtemps par un grand lac, avant d'être drainée par le cours de la Saône. Entre cette cuvette et la dépression parisienne, est resté une sorte d'isthme reliant les Vosges au Morvan et où le *substratum* ancien forme une sorte de croupe souterraine que le fond de quelques vallées réussit à atteindre en certains endroits.

Les limites occidentales de cette cuvette se sont peu à peu étendues du côté du nord et de l'ouest par suite du travail de l'érosion, qui a annexé au domaine de la Saône une grande partie de la région faillée qui le limitait tout d'abord. Elles sont constituées aujourd'hui par la *Côte-d'Or*,

1. Voir *Revue du génie*, 1898, t. XVI, p. 323, 385 et 491; 1899, t. XVII, p. 473.

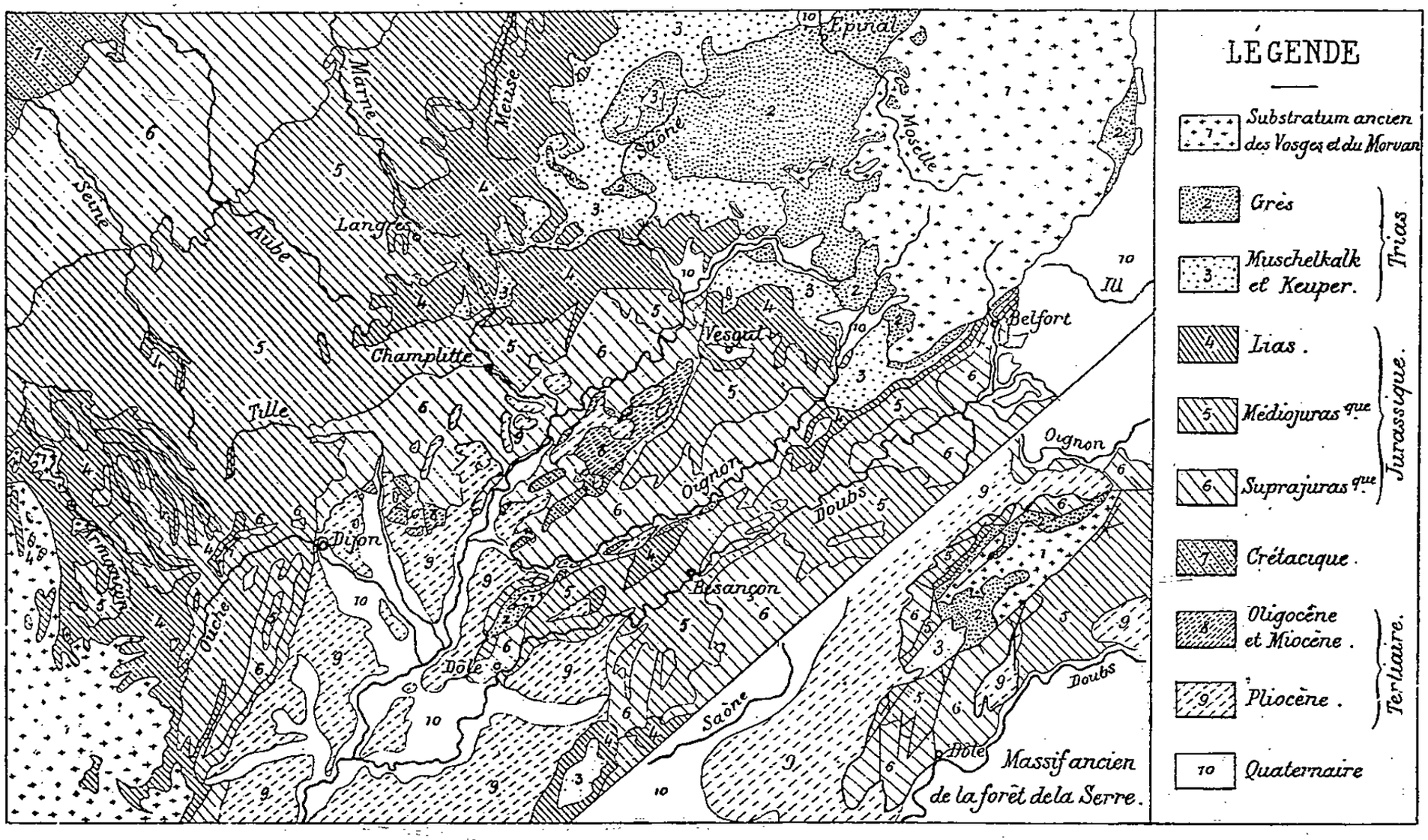


Fig. 13. — Croquis géologique de la haute vallée de la Saône.

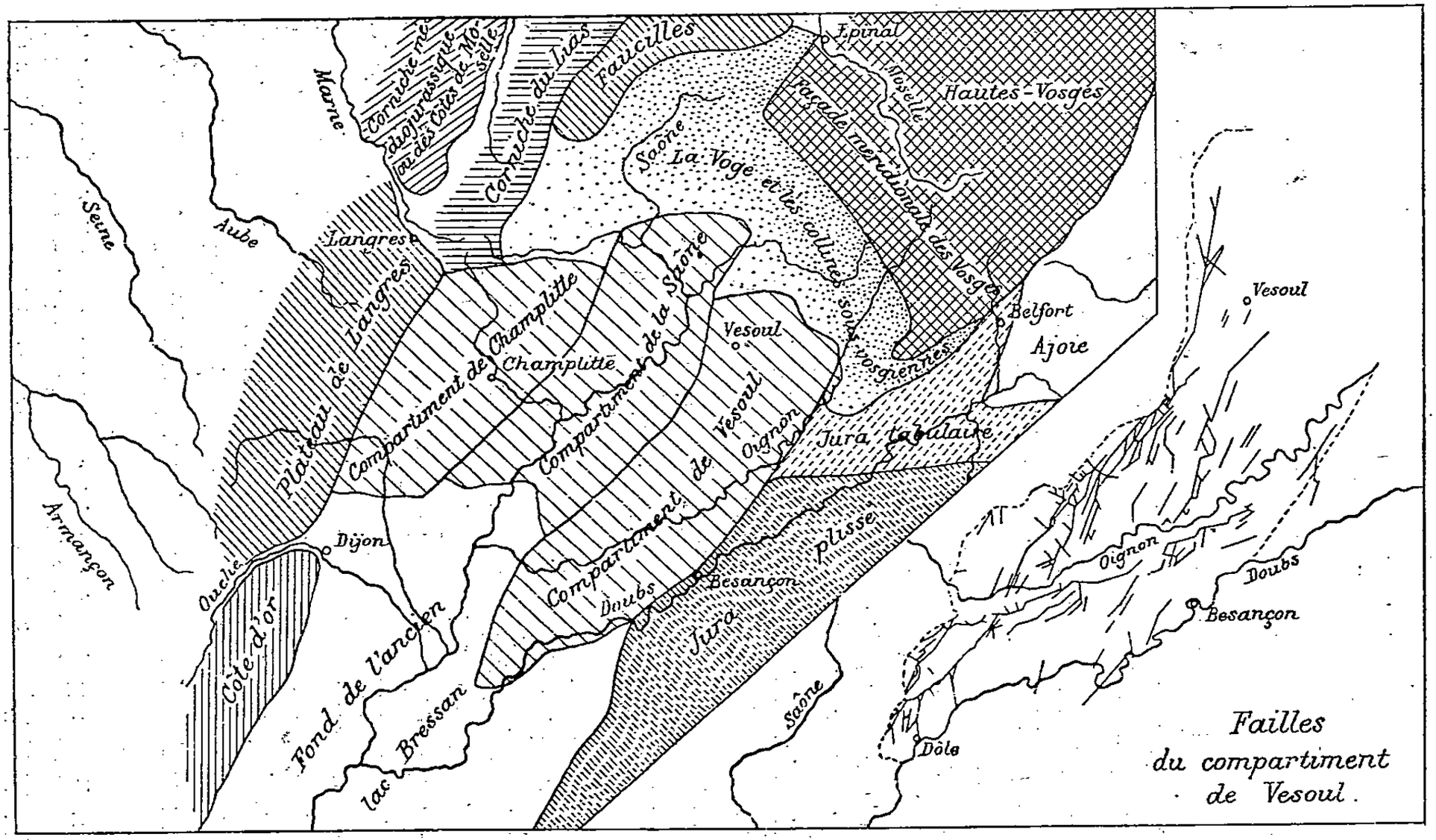


Fig. 14. — Schéma de la distribution des différentes régions naturelles de la haute vallée de la Saône.

le *plateau de Langres* et les *Faucilles*, qui viennent se raccorder à la *façade méridionale des Vosges*. Au delà de cette dernière se trouve la *trouée de Belfort*, puis le *Jura* ; mais l'étude de cette dernière région sort du cadre que nous nous sommes donné.

Trouée de Belfort. — La trouée de Belfort sépare les Vosges du Jura. Au point de vue physique c'est une région mixte où se fait le contact des deux zones d'architectures si dissemblables en lesquelles se partage la France.

Pour bien la comprendre il faut se reporter aux événements qui l'ont façonnée : l'écroulement vosgien et le plissement alpin. On sait que les événements qui ont mis en évidence les Vosges et constitué la vallée moyenne du Rhin se sont accentués dès le commencement de l'ère tertiaire (période éocène) et avaient pris fin en son milieu (période oligocène). A cette époque, le territoire qui nous occupe montrait donc un pays tabulaire à couches plongeant vers le sud, morcelé par des failles occasionnées par le relèvement relatif des Hautes-Vosges, et analogue en somme, comme disposition générale, à la Lorraine. Les plissements du Jura, survenus plus tardivement (période miocène) et ayant eu à compter avec la résistance du môle vosgien, s'arrêtèrent à quelque distance au sud, disloquant à nouveau la région intermédiaire qui jouait en quelque sorte le rôle de matelas. De telle sorte que des Hautes-Vosges au Jura plissé on peut compter cinq éléments distincts : 1° le substratum ancien des Hautes-Vosges mis à nu par l'érosion ; 2° la zone gréseuse triasique qui entoure ce substratum ; 3° la bande triasique du muschelkalk et du keuper qui fait suite à la précédente ; 4° la zone jurassique morcelée par de nombreuses failles mais *non plissée* [1] qui précède le Jura ;

1. Nous rappelons à ce sujet ce que nous avons dit dans une précédente étude au sujet des régions plissées et des régions tabulaires, celles-ci pouvant présenter des ondulations de grande amplitude, mais non de véritables plis.

5° enfin la région plissée du Jura. Chacun de ces éléments a sa topographie spéciale.

Le substratum ancien tire ici son caractère de la présence du terrain permien. Celui-ci, représenté par des grès, premiers produits de la destruction des anciennes montagnes hercyniennes qui sont venus s'entasser dans les dépressions existant à cette époque, est assez peu résistant à l'érosion. Celle-ci y a découpé au nord de Belfort une sorte de cuvette allant jusqu'à Giromagny et qui a une certaine analogie avec le petit bassin que parcourt la Meurthe entre Saint-Dié et Raon-l'Étape. Son fond, parcouru par la Savoureuse, est occupé par une grande quantité d'étangs.

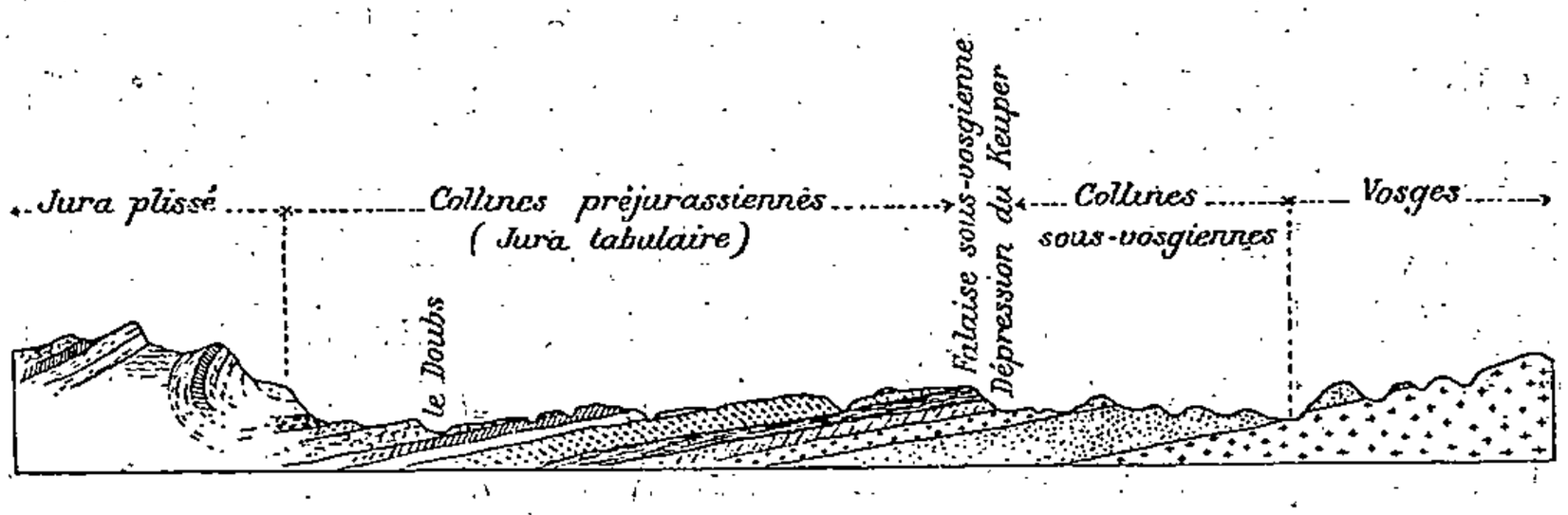


Fig. 15. — Coupe schématique indiquant les zones naturelles échelonnées du Jura aux Vosges.

La zone des grès triasiques qui dessine vers le sud une pointe accentuée, forme un pays de collines dont les croupes sont couvertes de bruyères et de forêts. Ce sont les *collines sous-vosgiennes*; à leur pied, la bande du muschelkalk et du keuper dessine une dépression allongée au delà de laquelle les calcaires durs du médio-jurassique, surmontant un talus de lias, dessinent une corniche analogue aux corniches lorraines. Cette corniche, excessivement nette jusqu'au cours de l'Oignon, peut être désignée sous le nom de *falaise sous-vosgienne*.

Celle-ci représente le bord de plateaux jurassiques profondément disloqués, mais non plissés, qui forment, avant le Jura proprement dit, un *Jura tabulaire* dont les collines

modelées uniquement par l'érosion et le jeu des failles peuvent être désignées sous le nom de *collines préjurassiques* [1]. Enfin se dressent les plis du Jura représentés par le Lomont et le mont Terrible dont les voûtes déjà démantelées dominent de 300 m la région tabulaire.

A l'est de Montbéliard et d'une ligne qui prolonge sensiblement la façade orientale des Vosges, les trois premières zones que nous venons d'énumérer disparaissent sous l'influence de l'effondrement alsacien et des dépôts tertiaires ou quaternaires qui s'y sont amassés et qui forment respectivement le plateau de l'*Ajoie* et le *Sundgau*. Seul le Jura tabulaire, diminué de moitié dans sa largeur, se continue vers Bâle par le pays de Porrentruy.

La trouée de Belfort partage ses eaux entre le Rhin et le Doubs. La ligne de partage a son point le plus bas au col de Valdieu (345 m) où passe le canal du Rhône au Rhin. A l'est de cette ligne, l'Ill qui vient du Jura plissé reçoit la Largue qui parcourt le Sundgau. A l'ouest, le Doubs qui a forcé les plis du Jura à La Cluse de Pont-de-Roide, reçoit l'Allaine qui vient des pentes terminales du Jura et est grossie d'un certain nombre de petits cours d'eau descendant des Vosges : la Lisaine, la Savoureuse, la Bourbeuse, celle-ci formée par les ruisseaux de la Madeleine et de Saint-Nicolas. Les vallées de ces cours d'eau, et notamment celles de la Lisaine et de la Savoureuse, tracent, de concert avec le Doubs, des coupures militaires ; l'exposé que nous avons fait précédemment des nombreuses zones naturelles de la région de Belfort montre que les hauteurs qui les dominent ont une physionomie essentiellement variable. Nous signalerons en particulier la position de la place même de Belfort à la soudure de la bande jurassique et de la bande triasique, et dont l'ensemble des

---

1. Les trois expressions de collines sous-vosgiennes, falaise sous-vosgienne et collines préjurassiques sont empruntées à M. Kilian, qui les a employées dans son étude de la Franche-Comté septentrionale. (*Annales de géographie*, 1894.)

fortifications se développe sur une série de terrains totalement différents.

Façade méridionale des Vosges. — La façade méridionale des Vosges est désignée souvent sous le nom de *chaîne des Ballons* ; nous avons eu déjà l'occasion de dire combien cette expression nous paraissait mal choisie. Les hauteurs qui dominent la rive gauche de la Moselle n'ont en effet d'une chaîne que l'apparence, due précisément à la profonde entaille que cette rivière a tracée dans la partie relevée de l'ancienne pénéplaine primaire.

Ces hauteurs terminales des Vosges s'étendent des environs de Belfort à ceux d'Épinal, dominant le cours de la Moselle par des talus très raides et descendant vers la vallée de la Saône par des pentes beaucoup plus douces et qui constituent, par endroits, un véritable glacis dont certaines parties sont parsemées d'étangs. Dans la partie orientale, jusqu'à Remiremont, elles sont constituées par les terrains anciens, et appartiennent par suite aux Vosges cristallines ; le point culminant est au Ballon de Servances. Au delà de Remiremont, le terrain ancien n'apparaît plus qu'au fond des entailles de certaines vallées et les sommets ont conservé leur manteau de grès : on est dans les Vosges gréseuses.

Les cours d'eau qui descendent de ces hauteurs, la Savoureuse, l'Oignon grossi du Rahin, le Breuchin, l'Eaugrogne, tracent des sillons parallèles dans le glacis terminal et ouvrent les voies de communication qui descendent dans la vallée de la Moselle [1].

Les Faucilles. — Les Faucilles sont généralement mal définies par les géographes, qui ne savent en indiquer ni

---

1. Route du Ballon d'Alsace de Saint-Maurice à Belfort;
Route du Thillot à Lure par la vallée de l'Oignon;
Route du Rupt à Luxeuil par la vallée du Breuchin;
Route de Remiremont à Aillevillers par la vallée de l'Eaugrogne.

le commencement ni la fin, et aucune région ne montre davantage l'aide que les études géologiques apportent pour la description du sol (fig. 16).

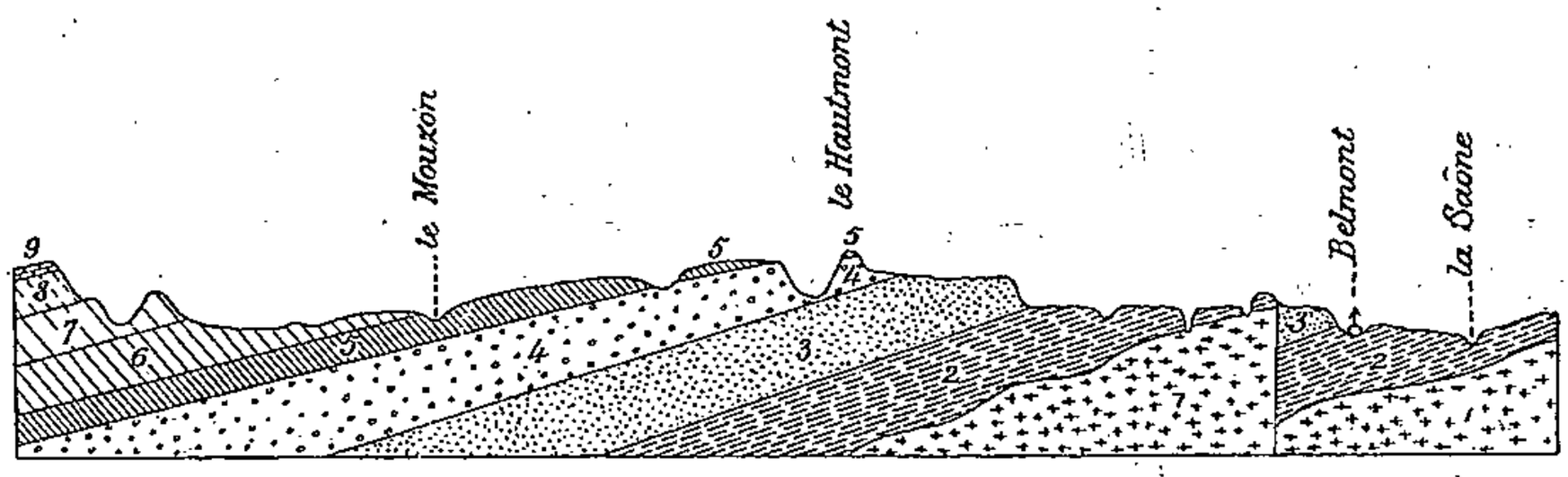


Fig. 16. — Coupe à travers les Faucilles.

Légende : 1, substratum ancien ; 2, grès ; 3, muschelkalk ; 4, keuper ; 5, grès infra-liasique ; 6, lias inférieur ; 7, lias moyen ; 8, lias supérieur ; 9, bajocien.

Pour un géologue, en effet, la définition nous semble claire ; les Faucilles ne sont que la *façade de la Lorraine triasique* sur la dépression de la Saône, et cette simple définition suffit pour en expliquer toutes les particularités.

Tout d'abord, les limites sont nettement indiquées. Ce sont, à l'est, le seuil de Girancourt, près d'Épinal, et à l'ouest, les environs de Bourbonne-les-Bains. La nature des sommets formés par le muschelkalk qui a ici la consistance nécessaire pour dessiner un gradin très net [1], se devine ensuite aisément ; on retrouve là les lourdes terres agricoles de la Lorraine. Mais au-dessous de ces sommets, les pentes sur la dépression de la Saône laissent apparaître les couches les plus jeunes des grès du trias, en même temps les forêts et les bruyères apparaissent ; on entre dans cette région mixte qui précède la montagne et que nous avons déjà définie. Ici elle a reçu un nom, c'est *la Voge* [2].

---

1. Ce gradin se répète d'ailleurs chaque fois que le jeu des failles ramène le muschelkalk à la surface, comme la coupe ci-dessus en donne un exemple.

2. Cette question de la Voge a été très bien élucidée par le docteur Fournier auquel on doit beaucoup d'autres remarques fort intéressantes sur la géographie des Vosges.

Les hauteurs des Faucilles décrivent une manière d'arc de cercle, au centre duquel la Saône prend sa source, juste à l'opposé de celle du Madon. Au nord-ouest de leur couronnement se dresse une nouvelle série de hauteurs, qui n'en est séparée que par une sorte de palier dont la ligne ferrée de Mirecourt à Vittel marque à peu près la base. Ces hauteurs que l'on confond généralement avec les Faucilles ne sont qu'une portion d'une des corniches de la Lorraine jurassique ; le trias n'y joue plus que le rôle de soubassement et les sommets appartiennent au lias ; c'est la corniche qui forme, plus au nord, les côtes de Saffais et la côte Virine. Les Faucilles sont traversées par les voies de communication qui unissent la Lorraine à la Franche-Comté. Les principales d'entre elles correspondent à Épinal, où aboutissent deux voies ferrées et le canal de l'Est. Ce dernier utilise le seuil de Girancourt.

Le plateau de Langres. — Le plateau de Langres correspond à l'espèce d'isthme qu'ont laissé entre eux les effondrements de la vallée de la Saône et l'affaissement relatif de la région parisienne. Cet isthme occupe d'ailleurs l'emplacement de l'ancien détroit morvanno-vosgien, par où communiquaient les mers de la fin de l'ère secondaire, entre les régions émergées de la Terre rhénane et de l'Ilot central. Les dépôts qu'elles y ont laissés ont déjà été enlevés en partie par l'érosion. Le crétacique tout entier, aussi bien l'infracrétacé que le crétacé, ont totalement disparu ; le jurassique a déjà perdu ses couches supérieures et n'est plus représenté que par ses couches moyennes, laissant même apparaître, au fond de certaines vallées, des couches plus profondes (fig. 17).

La masse générale du plateau de Langres descend en pentes douces vers l'ouest et se termine, au contraire, par des talus assez raides du côté de l'est ; mais la manière même dont se présentent ces talus motive une distinction entre les parties septentrionale et méridionale.

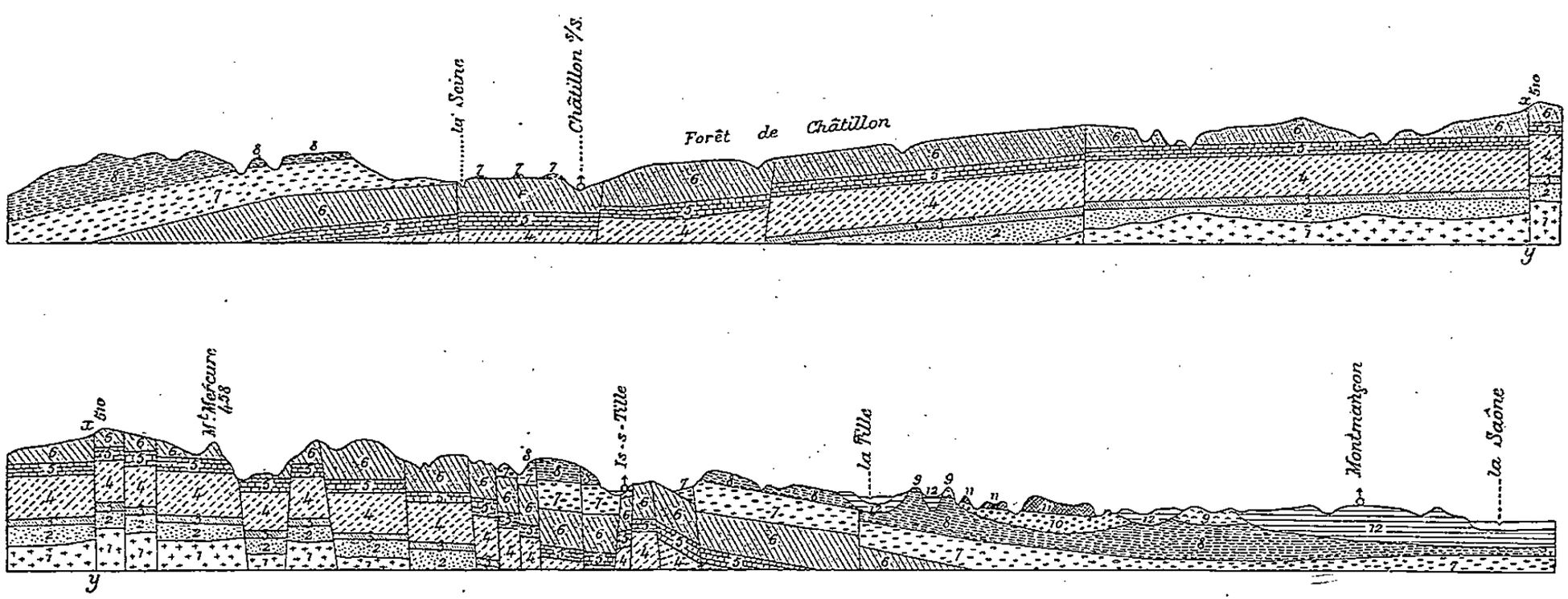


Fig. 17. — Coupe à travers le plateau de Langres (d'après de Nerville).

Légende : 1, substratum ancien ; 2, trias ; 3, infralias ; 4, supralias ; 5, bajocien ; 6, bathonien ; 7, oxfordien ; 8, corallien ; 9, portlandien ; 10, infracrétacé ; 11, crétacé ; 12, tertiaire.

Au nord, le plateau est formé bien nettement par deux étages topographiquement et géologiquement distincts, et se termine comme par deux marches. Celles-ci ne sont d'ailleurs que la suite des corniches des deux premières terrasses lorraines. On peut donc dire que cette première partie du plateau de Langres n'est que la *façade de la Lorraine jurassique*. La plus basse de ces corniches a son sommet formé par le lias ; nous venons de la mentionner à propos des Faucilles. La plus haute n'emprunte au lias que son soubassement et appartient par son sommet à l'étage bajocien, c'est le prolongement même des collines de la Moselle ; la ville de Langres est bâtie sur un de ses promontoires qu'un pédoncule étroit rattache au reste du plateau ; elle domine directement les sources de la Marne. C'est un point de croisement de très nombreuses voies de communication.

Au sud, le plateau forme la *façade de la région parisienne*, il devient plus compact et ne se termine que par un seul talus. Sa surface quoique hachée par de nombreuses failles montre presque constamment les affleurements de l'étage bathonien qui dans cette région est le plus souvent calcaire. Il en résulte que le pays est pierreux et presque entièrement couvert de grandes forêts, comme les forêts d'Arc et de Châtillon. Les vallées qui atteignent les couches du lias sont seules humides. Cette partie du plateau est désignée sous le nom de *montagne de Langres*, les voies de communication qui en descendent pour se diriger vers la vallée de la Saône sont rares et mal reliées entre elles.

Côte-d'Or. — La Côte-d'Or qui s'étend entre les vallées de l'Ouche et de la Dheune est une sorte de rempart jurassique qui vient s'accoler au Morvan auquel il forme une façade calcaire sur la vallée de la Saône. Sa masse est divisée par une grande faille, en deux gradins, dont le plus élevé domine l'autre de 150 m environ, tandis que celui-ci

s'élève encore à près de 200 m au-dessus de la vallée[1]. L'étage supérieur est rocailleux et boisé. Le tout forme un obstacle très sérieux dont la partie centrale n'est traversée que par une seule route qui correspond à Beaune (fig. 18).

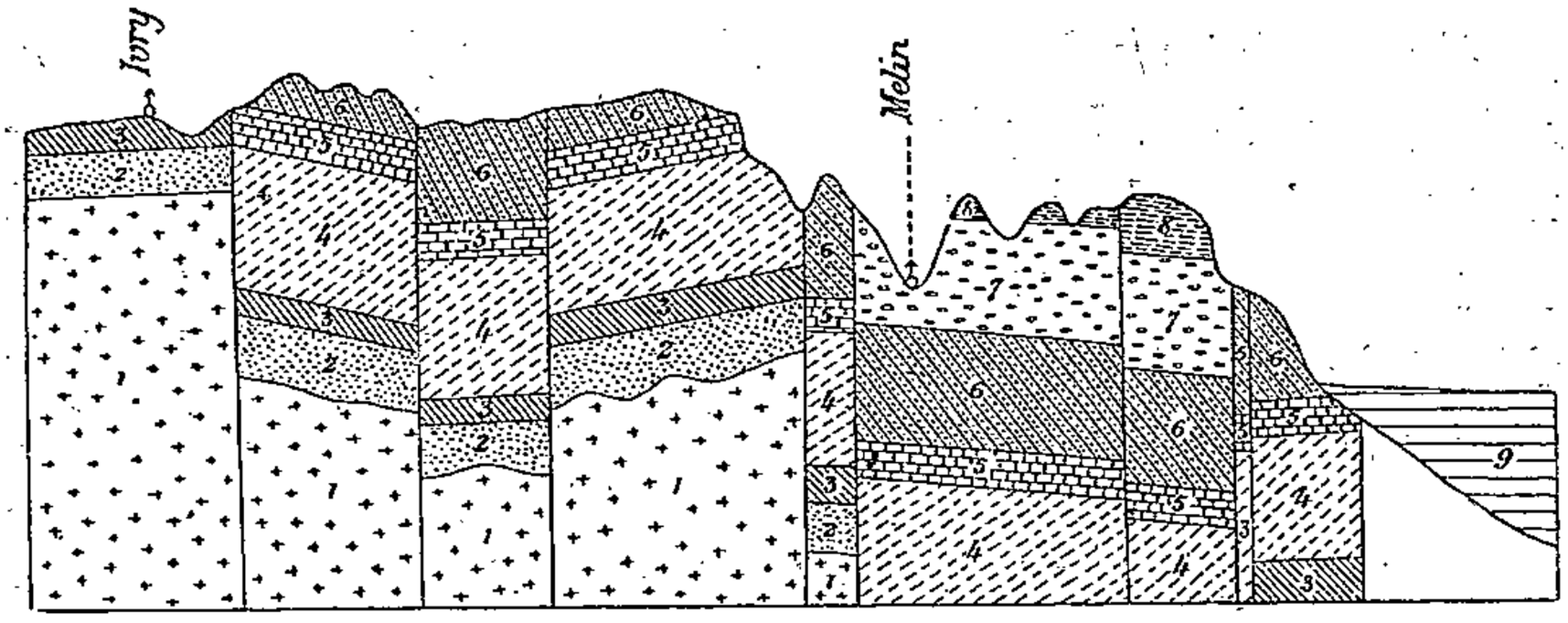


Fig. 18. — Coupe de la Côte-d'Or (d'après de Nerville).

Légende : **1, substratum ancien ; 2, trias ; 3, infralias ; 4, supralias ; 5, bajocien ; 6, bathonien ; 7, oxfordien ; 8, corallien ; 9, tertiaire.**

Les vallées de l'Ouche et de la Dheune qui contournent la Côte-d'Or forment les liens naturels de la vallée de la Saône avec les bassins voisins de la Seine et de la Loire. C'est dans la vallée de l'Ouche que débouchent le chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée et le canal de Bourgogne ; c'est la vallée de la Dheune que suivent le canal du Centre et le chemin de fer de Chagny à Paray-le-Monial.

La Saône et sa vallée. — La région déprimée que dominent les hauteurs que nous venons de décrire, présente deux aspects totalement différents, si on l'envisage au nord ou au sud d'une ligne tracée de Dijon à Auxonne.

Au sud le sol est formé par des couches tertiaires provenant de dépôts lacustres et couronnées elles-mêmes çà et là d'alluvions quaternaires. La surface du sol est très peu mouvementée et s'étend, sans variations notables de

1. Le jurassique supérieur, conservé par l'affaissement, se trouve sur toute la surface du palier qui sépare les deux étages, tandis que le couronnement du massif appartient au médiojurassique.

niveau, du pied de l'escarpe terminale du Jura à celle de la Côte-d'Or. C'est le fond de l'ancien lac qui a tout d'abord occupé la dépression et que l'on a pris l'habitude de désigner sous le nom de lac de la Bresse.

Au nord apparaissent des terrains jurassiques bouleversés par des failles et très profondément érodés [1]. C'est la zone disloquée par l'effondrement et que le système hydrographique de la Saône s'est peu à peu annexée en approfondissant ses vallées. Le pays devient très accidenté, surtout aux environs de Vesoul et de part et d'autre du cours de l'Oignon ; on trouve là des altitudes comparables à celle de l'étage inférieur du plateau de Langres [2], des sommets très rocailleux et de nombreuses forêts qui font de cette région une contrée très coupée et totalement différente de celle du sud au point de vue de la guerre.

Cette zone septentrionale de la dépression de la Saône est très complexe et l'esprit de la topographie y est fort difficile à discerner. Aussi, malgré sa grande étendue, la plupart des géographes résument-ils sa description en quelques lignes dont le vague voulu trahit la difficulté à laquelle se sont heurtés leurs procédés habituels de description. Nous allons voir combien les ténèbres de ce chaos sont vite dissipées par la géomorphogénie.

Les dislocations qui ont morcelé la haute vallée de la Saône se sont groupées pour dessiner trois grands compartiments dont les couches plongent généralement vers le sud-ouest et où les terrains apparaissent, par conséquent, du nord au sud dans l'ordre de leur ancienneté (fig. 14). Un de ces compartiments s'accole à la trouée de Belfort et au Jura ; nous le désignerons sous le nom de comparti-

---

1. Ce lac a présenté des oscillations de niveau assez nombreuses, causées surtout par les barrages de hauteurs variables formés, pendant la phase glaciaire, par les glaciers qui descendaient du Jura méridional. Ces oscillations se traduisent dans la topographie actuelle par une succession de terrasses caillouteuses étagées.

2. La montagne de la Roche, par exemple, à mi-chemin entre Langres et Vesoul.

ment de Vesoul. Il présente aux yeux toute la série des couches jurassiques, depuis le lias qui affleure en bordure de la façade méridionale des Vosges, jusqu'aux couches les plus jeunes que l'on voit affleurer près de l'Oignon. La succession de ces terrains et les différences de consistance de certaines de leurs couches sont faites pour permettre

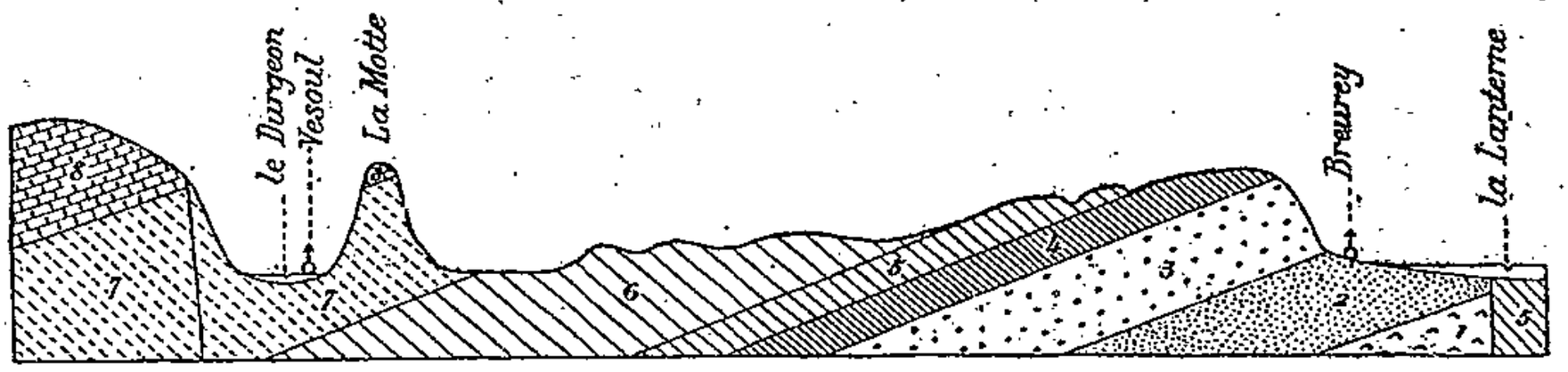


Fig. 19. — Coupe N.-S. par Vesoul.

Légende : 1, grès bigarré ; 2, muschelkalk ; 3, keuper ; 4, grès infraliasique ; 5, lias inférieur ; 6, lias moyen ; 7, lias supérieur ; 8, bajocien.

l'apparition de corniches complètement analogues à celles que nous avons passées en revue dans la Lorraine jurassique, mais de dimensions restreintes, étant donné le peu d'étendue des affleurements et les nombreuses failles qui les hachent, ce qui fait qu'elles échappent à presque tous les géographes. Cette disposition saute cependant aux yeux en maints endroits, notamment aux environs de Vesoul où les assises dures de l'infralias et du médio-jurassique dessinent deux corniches bien nettes au nord et au sud de la cuvette liasique que parcourt le Durgeon. Quant aux accidents topographiques déterminés par les failles, il en est un que l'on ne saurait passer sous silence, c'est celui de la *forêt de la Serre,* où un petit fragment de substratum hercynien a été suffisamment relevé pour être ramené au jour par l'érosion, montrant ainsi à nos yeux un morceau du socle général qui supporte, dans l'étendue de la dépression de la Saône, l'empilement des terrains secondaires.

Un deuxième compartiment longe la base du plateau de Langres auquel par endroits il se raccorde presque ; nous le désignerons sous le nom de compartiment de Cham-

plitte. Il débute également au nord par les affleurements du lias pour montrer près de Fontaine-Française, le jurassique supérieur et même plus au sud le crétacique. Là encore celui qui est prévenu pourra retrouver les traces de terrasses et de corniches élémentaires dont le jeu des failles, joint au peu d'étendue des affleurements, restreint le développement.

Le troisième compartiment, que nous nommerons compartiment de la Saône, est intercalé entre les deux autres et a été relativement plus affaissé, ce qui explique qu'il ait été destiné à recevoir le collecteur général des eaux de la région. Cet affaissement tectonique relatif a permis au terrain jurassique de se maintenir bien plus au nord que dans les compartiments précédents, de telle sorte que l'on voit la ligne des affleurements du lias y tracer un ressaut accentué du côté des Faucilles, tandis que pour la même raison les dépôts tertiaires pliocènes ont pu remonter jusqu'au delà de Gray[1]. Il a permis également aux couches crétaciques de se maintenir par paquets en certains endroits, nous fournissant ainsi de précieux témoins de l'ancienne extension de ces terrains sur toute la surface de la haute vallée de la Saône et nous donnant une idée de l'érosion considérable qui en a opéré la complète ablation sur les compartiments moins affaissés.

La Saône prend naissance dans les Faucilles et a presque aussitôt un volume d'eau considérable. On ne peut guère la franchir sans ponts et sa largeur en fait un obstacle militaire sérieux. L'imperméabilité des terrains que son cours supérieur et ses affluents de tête traversent la rendent sujette à de brusques débordements. Dans la partie bressanne ses abords immédiats correspondent à une

1. Si l'on reliait par des traits continus les différents éléments de même ordre des corniches dessinées dans les trois compartiments, on verrait ces traits décrire des ressauts analogues, ceux du compartiment médian étant toujours au nord par rapport à ceux des compartiments extérieurs.

bande d'alluvions modernes généralement occupés par de grasses prairies, tandis que les terrains tertiaires (pliocènes)[1] qui s'étendent sur le reste de la vallée sont souvent infertiles et couverts de forêts.

Ses affluents de droite sont : l'Amance, le Salon, la Vingeanne, dont les vallées divergentes prennent naissance à peu de distance l'une de l'autre, à la base même du plateau de Langres, la Tille, l'Ouche et la Dheune. Toutes ces rivières ont attaqué le plateau bien plus vigoureusement que n'ont pu le faire les cours d'eau du système de la Seine, et ont par conséquent fait reculer la ligne de faîte à leur profit. Ceux de gauche sont : le Coney, la Lanterne grossie de l'Eaugrogne et du Breuchin, l'Oignon, qui viennent des Faucilles ou des Vosges ; enfin, le Doubs qui vient du Jura et draine presque toutes ses eaux. Le Doubs et l'Oignon présentent des difficultés de passage et tracent dans le théâtre d'opérations de véritables coupures militaires.

RÉGION PARISIENNE ORIENTALE

Géogénie. Grandes divisions. — La partie orientale de la région parisienne, présentée dans la plupart des *traités de géographie* comme une sorte d'exemple de structure régulière, grâce à une géométrisation à outrance faisant apparaître une série de crêtes concentriques continues et un réseau hydrographique absolument convergent, est en réalité une région fort complexe offrant une suite de *pays* d'aspects très différents.

Pour bien comprendre la structure de cette région, il

---

1. Ces terrains ont quelquefois le facies marneux, mais le plus souvent sont constitués par des sables et des graviers.

Fig. 20. — Croquis géologique de la région parisienne orientale.

est de toute nécessité de recourir à son histoire géologique.

On sait, nous l'avons dit déjà à plusieurs reprises, que la fin de la période jurassique a été marquée par une émersion générale, à la suite de laquelle les mers crétaciques sont revenues sur la région parisienne, respectant une terre rhénane dont l'*individualisation* date de ce moment.

De même la période crétacique s'est terminée par une émersion analogue, à la suite de laquelle les mers tertiaires ne sont plus revenues que sur la partie centrale de la région, laissant émergée une bande crétacique comprise entre cette cuvette centrale et la terre rhénane, et qui a été *individualisée géographiquement* à partir de cette époque.

Enfin, après de nombreuses péripéties que nous passons pour l'instant sous silence afin de ne pas compliquer cet exposé, la cuvette des mers tertiaires a émergé d'une façon définitive, permettant au centre de la région parisienne de s'*individualiser géographiquement* à son tour.

On voit donc que la formation géographique de la région parisienne orientale s'est faite en quelque sorte en *deux temps*, le premier s'étant terminé à la fin de la période crétacique et le second à la fin de l'ère tertiaire, et qu'il y a lieu d'étudier à part les zones dont la formation correspond à chacun de ces temps. Il est plus juste, d'ailleurs, de dire qu'il faut étudier à part ce qui reste aujourd'hui de chacune de ces zones. Sous l'influence de l'érosion, chacune d'elles a été, en effet, largement entamée ; la première plus que la seconde, puisqu'il y a eu plus de temps écoulé. La nappe tertiaire a reculé vers l'ouest, laissant en arrière quelques témoins qui montrent ce recul sans qu'on puisse l'évaluer exactement. Mais ce que la bande crétacique a gagné de ce côté elle l'a perdu, et au delà, par son propre recul vers l'ouest ; et ce recul a laissé apparaître des couches jurassiques, enfouies primitivement sous les dépôts de la craie, de telle sorte que la

région parisienne commence par une zone jurassique, qui fait suite à celle de la Lorraine, sans qu'on puisse préciser où s'arrête théoriquement celle-ci.

Ces diverses considérations montrent qu'il convient de distinguer, dans la région parisienne orientale, une *nappe centrale de terrains tertiaires* et une *zone périphérique de terrains secondaires* qui ont été individualisées géographiquement à des époques différentes, la dernière ayant été elle-même divisée, par le jeu de l'érosion, en deux parties, l'une jurassique et l'autre crétacique.

Cette distinction semblera peut-être, à première vue, inutile à ceux qui vivent sur les notions géologiques rudimentaires des traités actuels de géographie. A quoi bon mettre ainsi à part une nappe qui ne semble que le dernier des dépôts laissés par les mers secondaires dans leur retraite régulière? Ceux qui nous ont lu attentivement jusqu'ici et qui ont compris combien ce retrait a été coupé d'incidences et de retours offensifs penseront le contraire. Ils seront tout à fait convaincus en voyant combien ces deux régions ont des caractères topographiques différents.

Caractères topographiques. — La *zone périphérique secondaire*, individualisée à la fin de la période crétacique, a été influencée par certains événements de l'ère tertiaire qui, en modifiant son assiette architecturale, ont eu une grande répercussion sur le dessin de sa topographie actuelle.

Les principaux de ces événements ont été le relèvement des régions bordières, comme le plateau central et les plateaux ardennais, et l'affaissement du centre même de la région où les mers tertiaires faisaient retour, comme nous l'avons dit, dans une sorte de cuvette. Ils ont eu comme conséquence d'amener un plongement général des couches du sol vers le centre de cette cuvette[1].

---

1. En même temps que ces événements se produisaient, le sol tendait à

En se reportant maintenant aux principes qui ont été donnés dans notre introduction aux études géographiques et que nous avons rappelés à propos de l'étude du relief de la Lorraine, on voit que ce plongement a dû avoir lui-même pour résultat l'établissement d'un réseau hydrographique à branches principales convergentes, ainsi que la formation d'un certain nombre de terrasses terminées par des corniches mettant en évidence les parties dures du sol et de disposition grossièrement concentrique[1]. Toutefois, il faut immédiatement observer que ces lois générales n'ont pu se manifester avec une *rigueur géométrique*, entravées qu'elles ont été par quantité de circonstances locales, et que c'est une grande erreur que de vouloir en montrer partout les effets, comme on veut le faire trop souvent dans l'enseignement.

Si maintenant on examine les conditions qui ont déterminé la topographie de la *nappe centrale tertiaire*, on voit qu'elles ont été plus complexes encore, par suite des péripéties diverses par lesquelles ce territoire a passé avant son émersion définitive. Celle-ci n'a eu lieu, en effet, qu'après un certain nombre d'allées et venues de la mer qui ont été la cause d'une variété extrême dans la succession des sédiments et, par suite, la nature des matériaux du sol.

On peut résumer ces allées et venues en disant qu'à une première période d'extension marine éocène a succédé une

---

s'onduler sous l'influence des pressions latérales développées par les mouvements alpins ou simplement le jeu des régions voisines; moins toutefois que dans la région parisienne occidentale. Ces ondulations ont eu une certaine influence sur la topographie, mais elle s'efface devant celle qu'a exercée le plongement des couches du sol vers le centre de la cuvette tertiaire, et il faudrait faire une étude encore plus détaillée que celle que nous faisons, pour les faire intervenir dans l'explication des formes du sol.

1. Ici, en effet, les lignes de plus grande pente sont convergentes vers le centre de la cuvette, et les affleurements des couches du sol se succèdent en bandes grossièrement concentriques par suite de la disposition relative des régions relevées du pourtour.

phase continentale avec grands lacs sur la Brie, au commencement de la période oligocène ; puis qu'une nouvelle invasion marine venant du nord, suivie elle-même d'une nouvelle phase continentale avec grands lacs sur la Beauce, a terminé cette période oligocène ; enfin qu'une dernière invasion marine, venant cette fois de l'ouest, dans la direction Nantes-Orléans, a marqué la période miocène, en même temps que la partie centrale de la région parisienne basculait vers cette dépression, se relevant assez fortement vers le nord.

A partir de ce moment les couches tertiaires marines ou lacustres déposées pendant les phases que nous venons de résumer, et qui jusque-là avaient été sensiblement horizontales, ont pris un certain plongement vers le sud, et c'est cette simple modification architecturale qui a déterminé les traits essentiels de la topographie de la nappe tertiaire. Grâce à elle, en effet, le terrain a été de plus en plus décapé par l'érosion à mesure qu'on s'élève vers le nord, de telle sorte qu'on voit apparaître des couches de moins en moins jeunes à mesure qu'on s'éloigne d'Orléans, l'apparition de chacune d'elles donnant une physionomie nouvelle au pays parcouru. Grâce à elle encore, on voit surgir dans le relief une série d'alignements est-ouest, correspondant à la mise en évidence des parties dures du sol, beaucoup moins continus toutefois que les corniches de la Lorraine et de la zone périphérique secondaire, parce que le terrain présente des variations de facies considérables. C'est également à ce mouvement de bascule vers le sud qu'il faut attribuer la saillie qu'a prise toute la nappe tertiaire par rapport aux couches supérieures tendres de la zone crétacée et la formation de ce talus terminal auquel on a donné le nom, si mal choisi, de *falaise tertiaire* [1].

---

1. L'expression falaise se rapporte, en effet, à un escarpement battu par la mer. Or, jamais cette situation ne s'est réalisée pour les pentes qui

La même influence s'est exercée sur la constitution du réseau hydrographique propre à la nappe tertiaire. Celui-ci comporte, en effet, des cours d'eau conséquents, dirigés suivant la ligne de plus grande pente, et des cours d'eau subséquents, dirigés suivant la direction est-ouest ; mais ce réseau hydrographique local est resté à l'état d'ébauche

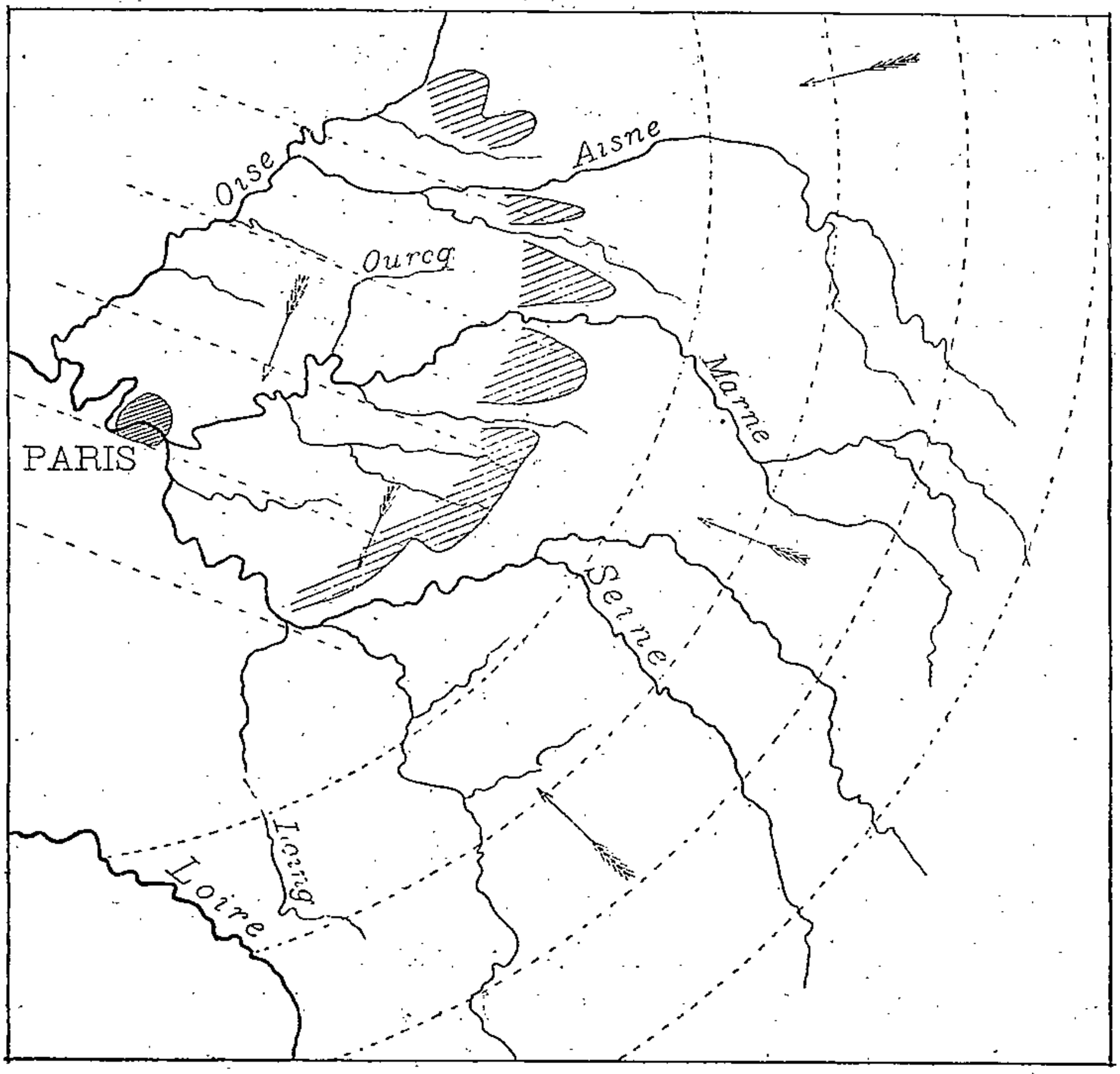


Fig. 21. — Schéma de la nappe centrale tertiaire et de la zone périphérique secondaire.

et s'efface forcément devant celui qui vient de la zone secondaire et dont il n'est que le tributaire. Ce dernier, après s'être prolongé vers l'ouest, durant les diverses phases de l'ère tertiaire, s'est enfoncé peu à peu dans le

---

terminent la nappe tertiaire vers l'est. Le *regard* maritime de la région s'est toujours fait vers l'ouest et non vers l'est.

sol pendant le mouvement de bascule qui en a marqué la fin, découpant la nappe tertiaire en grands secteurs, à l'intérieur desquels se développent les différents éléments du réseau hydrographique propre à cette nappe.

Le schéma (fig. 21) représente assez bien ce que nous venons d'exposer.

Les lignes pointillées ont pour but d'indiquer la disposition théorique des affleurements géologiques, tandis que les flèches montrent le sens général du plongement des couches du sol. On voit ainsi la profonde différence qui existe dans la disposition des éléments structuraux des deux régions.

On notera toutefois que, dans la réalité, les *bandes* de la *nappe centrale tertiaire* s'écartent bien plus du schéma que ne le font les *auréoles* de la *zone périphérique secondaire*. Cela se conçoit d'après ce que nous avons dit sur les nombreuses allées et venues de la mer dans la première de ces régions pendant l'ère tertiaire.

Laissons maintenant de côté les considérations théoriques et voyons se développer leurs conséquences en examinant l'aspect du sol.

Zone périphérique secondaire. — La zone périphérique secondaire se décompose, comme nous l'avons vu, en une zone jurassique et une zone crétacique. Dans ces deux zones, les couches du sol, coupées en biseau par la surface topographique en raison de leur plongement vers le centre de la région, se présentent en bandes ou auréoles[1] grossièrement concentriques ; et à chacune de ces auréoles correspond une sorte d'unité géographique de caractère particulier, mais susceptible elle-même de plusieurs subdivisions, si le facies du terrain, auquel correspond l'auréole, n'est point constamment le même, et varie, même légèrement, d'un bout à l'autre de celle-ci.

---

1. C'est le mot employé par M. de Lapparent.

Auréoles jurassiques. — La zone jurassique de la région parisienne orientale se soude à celle de la Lorraine et se termine, en façade sur la dépression de la Saône, par le plateau de Langres. Elle est constituée par les affleurements de la série suprajurassique[1] et peut se décomposer en deux auréoles correspondant aux deux moitiés inférieure et supérieure de cette série.

1) La première de ces auréoles présente la succession d'assises tendres et dures qui détermine la formation

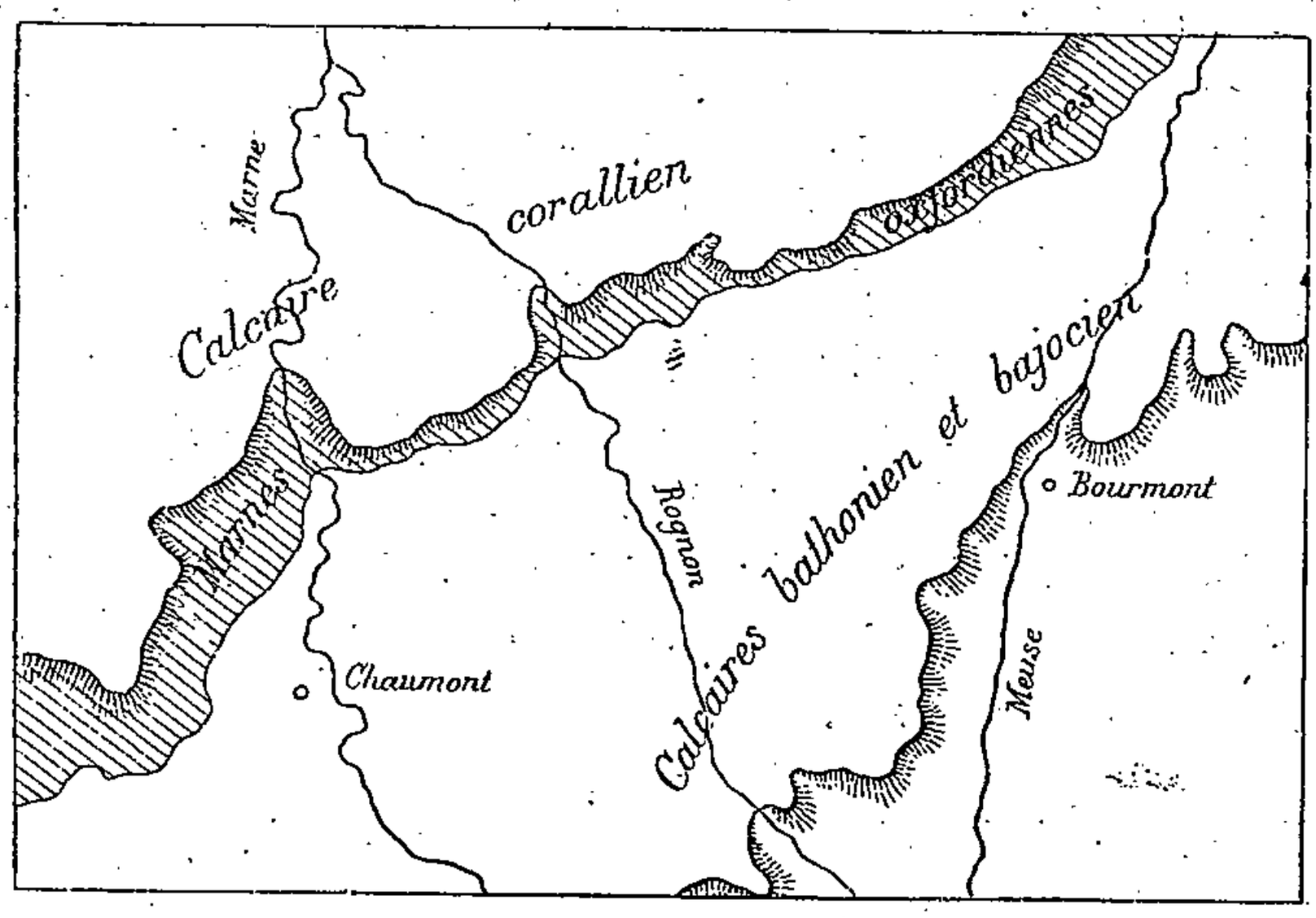


Fig. 22. — Épaisseur relative des bandes marneuse et calcaire au sud de Neufchâteau.

d'une corniche. Celle-ci est constituée par la mise en évidence des calcaires durs de l'étage corallien et s'étend sans grande discontinuité de la forêt de Signy, au sud de Mézières, à l'Armançon. C'est elle que nous avons vue former la limite du domaine de la Moselle, sous le nom de *Côtes de Meuse*[2]. Elle se poursuit avec le même

1. La note 2 de la page 481, t. XVII, donne la composition sommaire de cette série suprajurassique.

2. Le prolongement des côtes de Meuse vers le nord-ouest est désigné souvent sous le nom de *Crêtes de Poix*.

caractère jusqu'à Nuits-sous-Ravières, couronnée de bois, seule végétation qui convienne à la plus grande partie de son sol pierreux, et coupée par la Marne en aval de Chaumont, et par la Seine en aval de Châtillon.

Le glacis qui s'étend au pied de cette corniche change singulièrement de caractère lorsqu'on le parcourt du nord au sud. En Lorraine, comme nous l'avons vu, il se décompose en deux bandes d'aspect totalement différent, la Woëvre et la Haye. Au sud de Toul, la Woëvre s'atrophie, l'étage marneux qui la détermine diminuant peu à peu d'importance. Après Neufchâteau, la bande marneuse se réduit à un simple liseré, juste ce qui est nécessaire pour motiver l'apparition de la corniche corallienne; la presque totalité du glacis est formée par le bathonien calcaire. Le pays devient *une Haye amplifiée*, si l'on peut généraliser cette expression locale pour désigner une sorte de contrée type. Aussi les forêts se multiplient ; de dimensions moyennes dans le *Bassigny*, elles deviennent très grandes dans la *montagne* de Langres. Au sud-ouest du cours de la Seine, une dernière modification change de nouveau

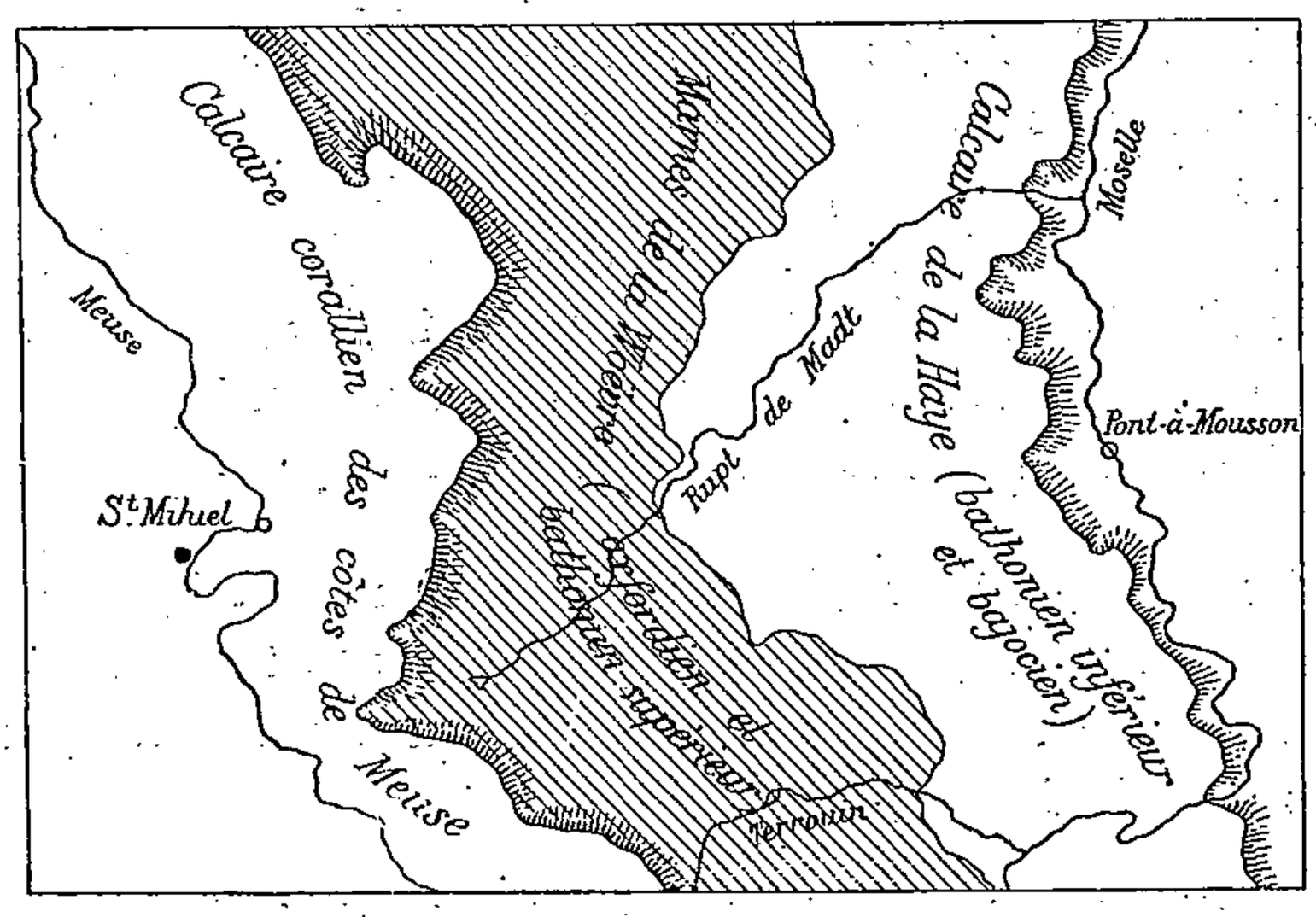


Fig. 23. — Épaisseur relative des bandes marneuse et calcaire au nord de Toul.

totalement l'aspect du pays. Les cours d'eau affluents de la rive droite de l'Yonne, comme l'Armançon, la Brenne, ont déchiré profondément la plate-forme calcaire, en s'enfonçant jusqu'au lias. Le pays présente une série de vallées parallèles, au fond humide et riche, dominées et séparées par des promontoires rocheux arides. C'est l'*Auxois*, dont les voies de communication qui réunissent la Champagne à la Bourgogne utilisent les couloirs.

2) Les terrains qui affleurent dans la seconde auréole sont généralement compacts et ne présentent que par endroits l'intercalation d'assises tendres nécessaires à l'établissement d'une corniche[1]. Aussi, *à l'encontre de ce qui est écrit dans la plupart des traités de géographie*, cette dernière auréole jurassique n'offre-t-elle point de talus continu faisant face à l'est. Mais la compacité du sol fait que les rivières s'y sont fortement encaissées, en y creusant une suite de couloirs qui caractérisent le *Barrois*. Les villes de Bar-le-Duc, Bar-sur-Seine et Bar-sur-Aube se sont établies à l'issue des défilés créés par les cours de l'Ornain, de la Seine et de l'Aube. Joinville, dans la vallée de la Marne, Doulevant-le-Château, dans celle de la Blaise, ont des positions aussi caractéristiques.

Auréoles crétaciques. — Le terrain crétacique comprend, on le sait, deux grandes sections : le terrain infracrétacé et le terrain crétacé. A chacun d'eux correspond une auréole distincte.

1) L'auréole infracrétacée ne présente généralement que des terrains de consistance molle et la plupart du temps peu perméables. Elle forme un pays bien arrosé, coupé de forêts et souvent couvert de grands étangs, auquel on donne

1. Celle-ci n'est esquissée que lorsque les marnes kimmeridgiennes prennent un développement suffisant.

le nom de *Champagne humide* (fig. 24). Ce n'est que dans la partie septentrionale que certaines couches de *gaize* ont la dureté nécessaire pour déterminer la formation d'une

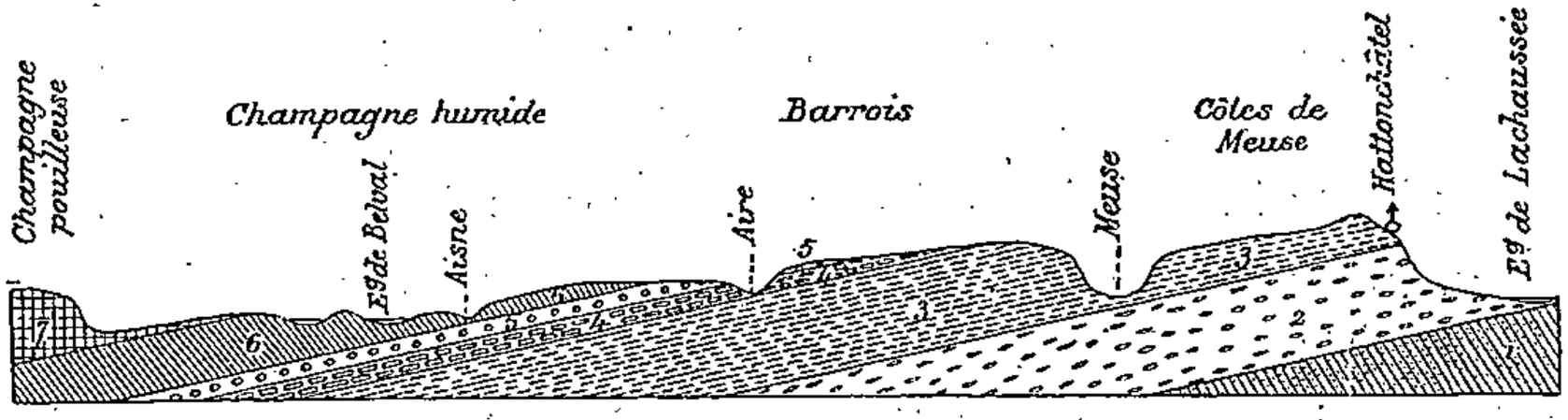


Fig. 24. — Coupe à travers la Champagne humide.
Légende : 1, bathonien ; 2, oxfordien ; 3, astartien et corallien ; 4, kimmeridgien ; 5, portlandien ; 6, infracrétacé ; 7, crétacé.

crête topographique ; celle-ci constitue l'*Argonne*. On voit donc qu'on est loin de cette conception géométrique d'une crête continue tracée par le *grès vert* que l'on trouve dans les ouvrages de géographie militaire les plus estimés, et dont par surcroît on veut marquer les portes d'entrée par les villes de Bar-sur-Seine, Bar-sur-Aube et Bar-le-Duc, dont la situation topographique est, comme nous l'avons dit plus haut, totalement différente. Nous avons, au surplus, déjà signalé cette erreur dans notre *Introduction aux études géographiques*[1].

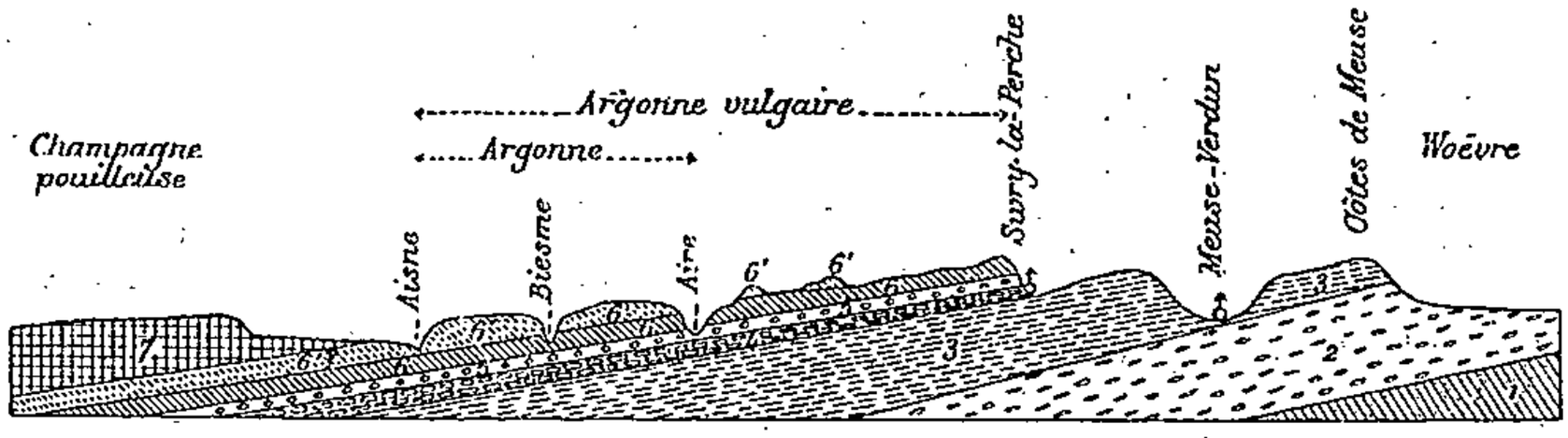


Fig. 25. — Coupe à travers l'Argonne.
Légende : 1, bathonien ; 2, oxfordien ; 3, astartien ou corallien ; 4, kimmeridgien ; 5, portlandien ; 6, infracrétacé ; 6', gaize ; 7, crétacé.

L'*Argonne* proprement dite ou *Forêt d'Argonne* (fig. 25) s'étend entre les vallées de l'Aisne et de l'Aire que sépare

1. *Revue*, t. XVI, p. 930.

le fossé intermédiaire de la Biesme. C'est une région boisée que l'on ne pouvait autrefois traverser que par les cinq routes des Islettes, de la Chalade, de Grand-Pré, de la Croix-aux-Bois et du Chesne-Populeux, et qui présenterait encore de grandes difficultés aux mouvements des armées. Elle peut être tournée au nord par Vouziers et au sud par la trouée de l'Ornain, mais cette dernière zone de marche est rétrécie par la grande forêt des Trois-Fontaines et la forêt marécageuse de Belnoue. En 1870, les Allemands ont traversé l'Argonne dans tous les sens, mais il faut observer que leurs mouvements se sont opérés sans aucune tentative de résistance de notre part.

L'auréole infracrétacée ne se distingue pas toujours nettement de la dernière auréole jurassique sur laquelle elle a laissé, dans son mouvement de recul, comme des *flaques* qui sont les témoins de son ancienne extension. Ces chevauchements se montrent surtout dans la région située à l'ouest de Verdun[1] et dans celle qui se trouve à l'est de Vassy. Cette particularité explique pourquoi la dénomination d'*Argonne* est souvent étendue à tout le pays qui s'étend entre la Meuse, l'Aisne, le canal des Ardennes et celui de la Marne au Rhin. Elle explique aussi pourquoi toute la région située au sud de la Marne de part et d'autre de Vassy, est désignée sous le seul nom de *Vallage* quoiqu'elle soit à cheval sur l'auréole infracrétacée et la dernière auréole jurassique. Cette région du Vallage, profondément découpée à l'est par les vallées de la Saulx, de la Marne et de la Blaise, se termine à l'ouest par le *pays de Montierender* où de grandes forêts, comme la forêt du Der, alternent avec de nombreux étangs.

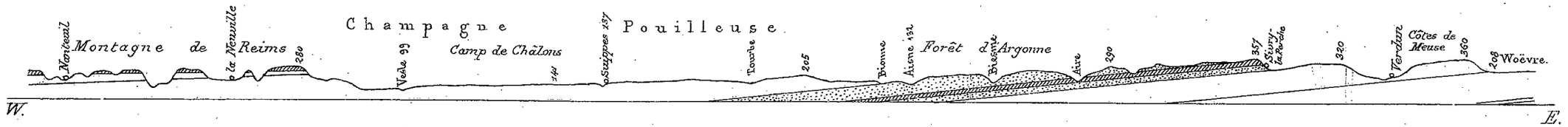
La partie tout à fait méridionale de l'auréole infracrétacée porte le nom de *Puisaye*. C'est un pays boisé et humide, traversé par le Loing et son affluent l'Ouanne.

---

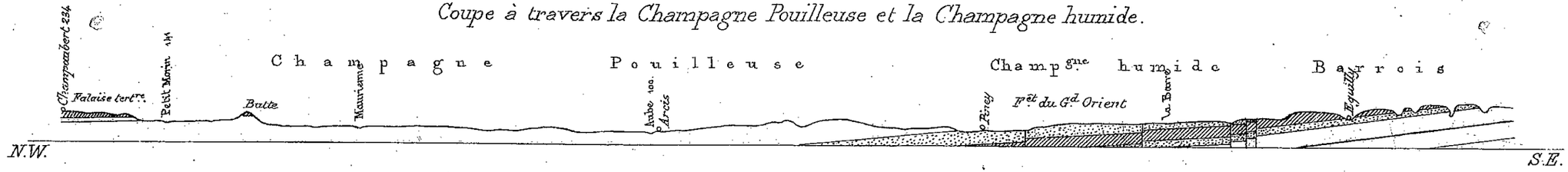
1. La forêt de Hesse, la butte de Montfaucon, par exemple, ont la masse principale de leur relief déterminée par le jurassique, tandis que leurs sommets portent encore un manteau d'infracrétacé.

NOUVELLES MÉTHODES GÉOGRAPHIQUES

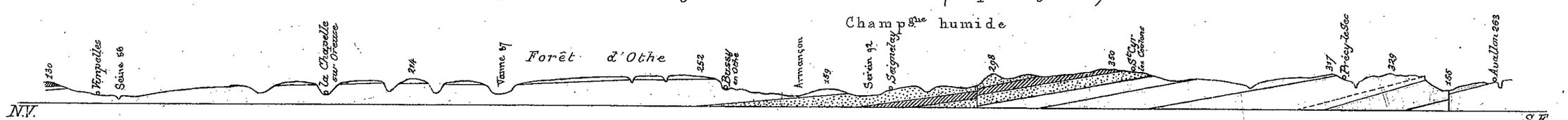
Coupe à travers la Champagne Pouilleuse et l'Argonne.



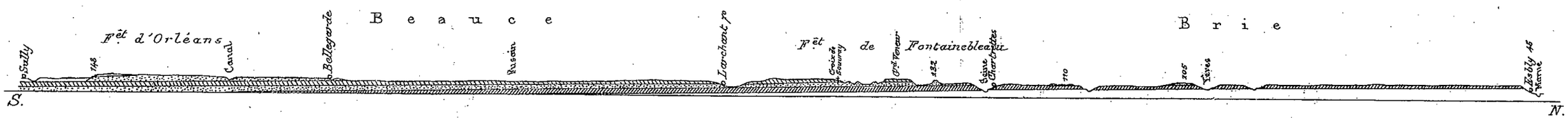
Coupe à travers la Champagne Pouilleuse et la Champagne humide.



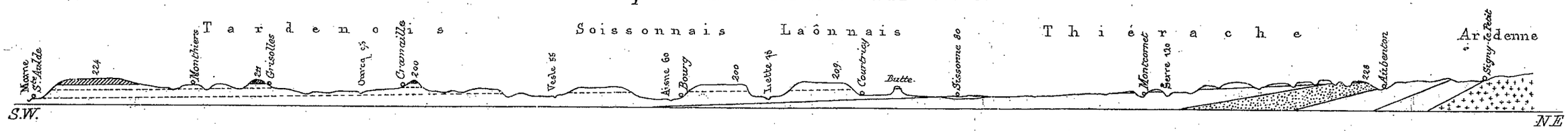
Coupe à travers le Pays d'Othe et l'Auxerrois (d'après Leymerie.)



Coupe à travers le Gâtinais et la Brie.



Coupe allant du Tardenois à l'Ardenne.



Archeen · Primaire · Lias · Bathonien Bajocien · Oxfordien · Corallien · Kimeridgien · Portlandien

Crétacé supra infra · Eocène · Oligoc.e (Calcaire à Beauce) · Oligo.e (Grès de Fontainebleau) · Oligo.ne (Calcaire de Brie) · Miocène · Pliocène · Quaternaire

Echelle de 1:: 360 000.

Kil. 5 0 5 10 15 20 Kil.

10 fois plus grande pour les hauteurs.

On connaît le rôle militaire qu'a joué autrefois l'Argonne et que son peu de développement eu égard au front des armées actuelles atténue de nos jours. Il ne faudrait pas conclure de l'absence d'un relief accusé dans le reste de l'auréole infracrétacée, dans ce que nous avons appelé la Champagne humide, qu'il n'y a rien à dire de cette région au point de vue militaire. Elle constitue en effet un territoire tout particulier au point de vue de la marche des troupes, et la traversée du pays de Montierender, par exemple, avec ses forêts et ses étangs qui rétrécissent le front de marche, ne saurait se faire sans certaines précautions. Au surplus, la cavalerie, l'infanterie et surtout l'artillerie seraient singulièrement gênées dans leurs mouvements à travers champs, par la lourdeur du sol dans la mauvaise saison. Il en est de même pour la Puisaye, où des haies et de nombreux et profonds fossés arrêtent souvent tout mouvement en dehors des routes.

2) Au sol argileux de la Champagne humide succèdent les terrains secs et souvent arides de la craie proprement dite. Leur rebord occidental forme, par la mise en évidence des assises les plus résistantes, un talus d'un relief assez faible mais très net dans toute sa partie septentrionale où il domine la vallée de l'Aisne, s'avançant souvent en grands promontoires, parmi lesquels on peut citer le mont Yvron aux environs de Valmy. Rien n'est plus frappant, comme changement de paysage, que l'arrivée sur cette corniche de la Champagne pouilleuse, avec le fossé herbeux de la vallée de l'Aisne à ses pieds et la masse boisée de l'Argonne devant soi. Ce talus s'efface en partie entre la Marne et la Seine, parce que là certaines assises perdent de leur consistance pour devenir marneuses, mais reparaît au sud du fleuve dans le *pays d'Othe*.

Les terrains de l'auréole crétacée descendent ensuite doucement vers l'ouest pour former la région d'aspect si caractéristique que l'on désigne sous le nom de *Champagne*

pouilleuse. La vie y est concentrée le long de rares cours d'eau sur les berges desquels les villages se disposent en files. Partout ailleurs, la monotonie du sol n'est interrompue que par de petits bois de pins de mauvaise venue entre lesquels s'étendent de grandes landes ou de maigres cultures. La partie septentrionale est moins aride, grâce à une légère couverture de limon ; elle forme le *Rethelois*. Dans le voisinage de l'Yonne, un manteau d'argile modifie également la plate-forme crétacée aux environs de Sens en constituant le *Senonais*. Ce manteau prend encore plus d'importance dans le *pays d'Othe*, dont la partie supérieure est couverte de forêts, tandis que les vallées qui frangent sa masse sont fertiles et remplies d'arbres fruitiers. Ces modifications locales suffisent pour améliorer les conditions de la vie militaire qui sont assez dures dans la Champagne pouilleuse, où les cantonnements sont fort restreints. Toutefois on ne saurait comparer, à ce point vue, l'état de celle-ci avec celui qu'elle présentait au début du siècle. La culture a déjà beaucoup gagné depuis cette époque, et la surface en friche permanente a bien diminué.

Cette vaste région de la Champagne forme comme un grand glacis qui est commandé à l'ouest par le rebord de la nappe tertiaire. Elle a son système hydrographique propre constitué par la Suippe, la Vesle, la Coole, la Somme-Soude. C'est entre la Suippe et la Vesle, dans une partie des plus pauvres, qu'a été créé le camp de Châlons.

Nappe centrale tertiaire. — Comme nous l'avons vu plus haut, la nappe centrale tertiaire forme une région à part, totalement différente des auréoles de la zone périphérique secondaire avec lesquelles les géographes ont le tort de la classer.

Les étages tertiaires [1], comprenant chacun des couches

1. On sait que l'ère tertiaire comprend quatre périodes distinctes: les périodes éocène, oligocène, miocène et pliocène. On peut résumer très

nombreuses et de facies éminemment variables, y plongent légèrement vers le sud, ce qui fait que, grâce à l'usure du sol, elles apparaissent taillées en biseau et se succédant dans l'ordre chronologique du nord au sud. A chacun de ces affleurements correspond une région ou *pays* de physionomie distincte et où s'est développée, lorsque les circonstances l'ont permis, une topographie dont nous avons analysé les caractères distinctifs.

Les grands cours d'eau venant de la zone périphérique, la Seine, la Marne, l'Aisne et l'Oise, découpent dans cette nappe de grands secteurs où se sont ébauchés de petits systèmes hydrographiques locaux dont les directions conséquentes et subséquentes[1] ont été commandées par le plongement des couches du sol.

Pénétrés de ces observations générales, traversons maintenant la nappe du sud au nord et voyons comment varie l'aspect du sol des environs d'Orléans à ceux de Soissons.

Tout d'abord, en bordure de la Loire, on trouve les sables miocènes de l'*Orléanais*, sur lesquels s'étend la grande forêt d'Orléans. Puis viennent les calcaires oligocènes de la *Beauce*. Celle-ci forme une région essentiellement agricole, riche en céréales, mais où la perméabilité

---

sommairement comme il suit les différentes phases par lesquelles a passé la région pendant ces périodes.

Ère tertiaire.	Période pliocène . .	émersion définitive.
	Période miocène . .	dernière invasion marine, venant de l'ouest.
	Période oligocène. .	phase continentale du lac de Beauce.
		phase marine des sables de Fontainebleau.
		phase continentale du lac de Brie.
	Période éocène . . .	invasions marines diverses venant du nord.

Il y a lieu de noter que les différentes invasions marines se sont étendues plus ou moins loin, et qu'il en a été de même pour les nappes lacustres, de telle sorte que les différents étages ne se sont pas uniformément étendus sur toute la région qui nous occupe et qu'il y a eu, en certains endroits, des lacunes dans la série des couches du sol. Cette particularité ajoute encore à la complexité de la nappe tertiaire et explique que certains traits topographiques n'y puissent être indiqués que par places.

1. Voir *Revue*, t. XVI, p. 417.

du sol se traduit par le manque d'ombrages et l'absence d'eau courante. L'eau ne s'y trouve qu'à l'aide de puits rares et très profonds ; aussi peut-il être très difficile d'y faire vivre de grandes masses de troupes pendant la saison sèche. Ces caractères se modifient dans le *Gâtinais orléanais*, qui prolonge la Beauce vers l'est ; là, la présence d'une nappe imperméable ramène l'eau et les arbres.

Au nord de la Beauce, le *Mantois*, le *Hurepoix* et le *Gâtinais français* tirent un caractère particulier de la mise au jour, par l'érosion, des sables marins oligocènes et des grès qui les accompagnent. Les cours de la Mauldre, de la Bièvre, de l'Orge et de l'Essonne, ainsi que ceux de leurs petits affluents, découpent la région en croupes allongées dont les pentes de sables et de grès sont le plus souvent couronnées par une pellicule appartenant encore à l'étage de Beauce, tandis que les fonds des vallées laissent déjà apparaître les couches inférieures de la série oligocène.

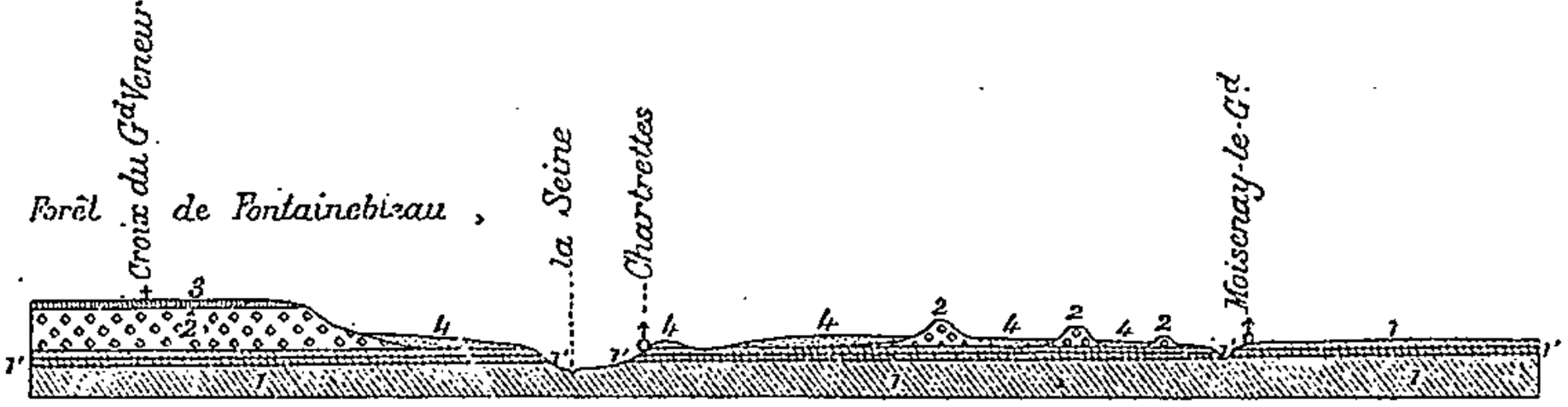


Fig. 26. — Coupe à travers la vallée de la Seine.

Légende : 1, série de la Brie (1', marnes vertes); 2, sables et grès de Fontainebleau 3, travertin et marnes de la Beauce ; 4, limons et sables des terrasses.

Sur les vallées principales se greffe tout un réseau de vallées subséquentes, généralement sèches parce qu'elles ne se développent que dans l'épaisseur de la couche sablonneuse perméable, et qui ont un parallélisme remarquable. Ce paysage prend toute sa vigueur dans la région de Fontainebleau, où les blocs de grès, disséminés sur les pentes, donnent à la nature un caractère particulièrement agreste.

En approchant de la Seine les coupures du sol laissent

apparaître un lit de marnes vertes qui fait partie de ce que nous pouvons appeler l'étage de Brie. Ces marnes apparaissent à flanc de coteau sur les berges de la vallée et comme elles constituent un niveau aquifère, elles contribuent à donner au paysage un caractère plus riant.

Au delà de la Seine, et jusqu'au cours de la Marne, se montrent les couches inférieures de la série oligocène, constituées surtout par des calcaires siliceux, désignés sous le nom de meulières et qui ne sont plus surmontés que par exception de quelques îlots de sables de Fontainebleau oubliés çà et là par l'érosion et témoins du recul général de leur nappe. Le paysage change de nouveau ; on est dans la *Brie*, région agricole, dont la richesse tient à un manteau superficiel de limon quaternaire plus continu au sud dans la Brie française que dans la Brie pouilleuse du nord-est, et qui se distingue de la Beauce par l'abondance des eaux et des ombrages. Les vallées de l'Yerres, du Grand et du Petit Morin, et du Surmelin, y tracent de profonds fossés de directions générales parallèles, où les marnes vertes apparaissent, et où les eaux, filtrées par les roches caverneuses du plateau, sourdent avec abondance. Çà et là des parties moins fertiles portent des forêts, comme les forêts de Sénart, de Crécy et d'Armainvillers qui tendent leurs rideaux en avant des environs immédiats de Paris, et les forêts d'Épernay et de la Traconne dans le voisinage du talus terminal.

Si l'on traverse la Marne, on aborde des terrains encore plus anciens et l'on voit apparaître les assises de la série éocène. C'est une nouvelle région qui commence, séparée par le cours de l'Ourcq en deux parties : le *Valois* et le *Tardenois*. Elle est limitée au nord par la crête de Villers-Cotterets, où l'on voit se répéter la direction des collines du Mantois et du Hurepoix, en même temps que le sol montre des assises plus jeunes, respectées là par l'érosion, et couronnées elles-mêmes par un chapeau de sables et de grès de Fontainebleau, dernier vestige, vers le nord, de

cette couche qui influence si énergiquement le paysage au sud de la Seine. La surface du Valois et du Tardenois est généralement fertile grâce à la couverture de limon quaternaire, mais en certains endroits apparaissent directement des affleurements sableux qui sont devenus l'apanage de grandes forêts comme les forêts d'Hallate, d'Ermenonville et de Villers-Cotterets.

Enfin, on pénètre dans le *Soissonnais* et le *Laonnais*, où ne subsistent plus que les couches les plus anciennes de l'éocène, et où le fond des vallées laisse déjà apparaître la craie. La nature du sol[1] a facilité le morcellement du plateau, qui est de plus en plus coupé et qui a perdu, en bien des endroits, sous l'effet de l'érosion, sa physionomie primitive, pour présenter aux yeux un véritable paysage de collines séparées par des vallées larges et humides, grâce à la présence de la couche argileuse qui précède la craie.

Le talus qui termine la nappe tertiaire du côté de l'est domine, sous le nom de *Falaise tertiaire*[2], la région de la Champagne pouilleuse ; assez net, de l'Oise à la Seine, pour justifier le nom d'*Ile-de-France* donné à tout le pays qu'il limite, il s'atrophie au delà de Montereau pour se perdre, entre l'Yonne et le Loing, dans la topographie compliquée du Gâtinais français.

La disposition géométrique de ce talus fait qu'on est tenté de l'assimiler, à première vue, aux corniches de la zone secondaire. Sa constitution est cependant toute différente, et il suffit de jeter les yeux sur le schéma de la page 26 pour s'en rendre compte. Alors que les corniches qui terminent les terrasses jurassiques ou crétaciques sont homogènes, c'est-à-dire qu'elles correspondent, d'un bout

---

1. Les couches les plus basses sont constituées par des sables que l'érosion a facilement dispersés chaque fois qu'elle les a atteints.
2. Nous avons déjà dit combien ce nom était mal choisi.

à l'autre, à la mise en évidence des parties dures d'un même étage géologique, la falaise tertiaire est essentiellement hétérogène et appartient à plusieurs étages différents [1]. Aussi, tandis que chaque corniche de la zone secondaire présente une certaine uniformité d'aspect, la falaise tertiaire montre-t-elle des formes bien variées lorsqu'on la suit d'un bout à l'autre.

Certaines parties de cette falaise tertiaire prennent des noms spéciaux. Ainsi le *Montois,* qui domine la Seine depuis Montereau jusqu'aux environs de Sézanne ; la *montagne de Reims,* au nord de la Marne ; les *hauteurs de Craonne* et le *massif de Saint-Gobain,* entre Aisne et Oise. C'est dans la montagne de Reims que le relief est le plus considérable ; là, les hauteurs s'élèvent d'environ 150 m au-dessus de la plate-forme crétacée, tandis que des buttes isolées, les hauteurs de Verzy et de Béru, précèdent, comme des sentinelles, la terrasse tertiaire.

Enfin, il faut remarquer que la continuité de ce talus est rompue par un certain nombre de brèches qui ont été produites par l'enfoncement progressif des rivières, lors du mouvement de bascule qui a relevé la région. Outre celles de la Seine à Montereau, de la Marne à Épernay, de l'Aisne, il faut connaître le défilé de Fismes qui correspond à la Vesle, et les gorges de la Voulzie qui conduisent à Provins et qu'utilise, en partie, la ligne ferrée de Paris à Belfort, pour descendre de la terrasse tertiaire. Toutes ces brèches sont loin d'avoir le même aspect, et il n'y a aucune analogie entre la vallée de la Seine avec ses berges relativement douces, le couloir plus accentué que la Marne suit d'Épernay à la Ferté-sous-Jouarre et la coupure de la Vesle avec son fond tourbeux.

---

1. C'est ainsi que dans le Gâtinais français les couronnements sont formés par le calcaire de Beauce qui appartient à l'oligocène supérieur ; qu'entre Seine et Marne, et même un peu au delà, ils sont formés par le calcaire de Brie qui appartient à l'oligocène inférieur ; enfin, que dans le Soissonnais et le Laonnais les sommets sont dessinés par les couches les plusrésistantes de l'étage éocène.

Nous voici loin, après cette longue description de la nappe tertiaire, des quelques lignes qui lui sont consacrées dans nos ouvrages de géographie militaire et qui laissent au lecteur l'impression d'un territoire assez homogène se terminant par une falaise de caractère uniforme. Conservons-en un tout autre souvenir et restons convaincus que c'est une autre affaire de l'aborder par ici ou de l'aborder par là, de cantonner dans la Beauce ou dans la Brie, de se battre aux environs de Pithiviers ou sur les hauteurs de Craonne.

Paris. — La capitale est bâtie au cœur de l'*Ile-de-France*, au fond d'une cuvette qui a été occupée par un lac pendant le début de l'ère quaternaire et qui était encore le siège de grands marécages au commencement de la période historique. La Seine y décrit de grandes boucles autour d'éperons plus ou moins saillants[1], débris du plateau démantelé, et qui ont, comme on sait, une grande influence sur l'organisation défensive de la capitale.

Les hauteurs qui forment le pourtour de cette dépression appartiennent à plusieurs des régions naturelles que nous avons définies plus haut. Au sud de la Seine, les hauteurs de Marly et le plateau de Satory qui en est séparé par la vallée du Ru de Gally et le parc de Versailles, appartiennent au *Mantois*, tandis que les hauteurs de Sceaux, le plateau de Palaiseau et la vallée de Chevreuse font partie du *Hurepoix*. A l'est, entre Seine et Marne, la *Brie* se termine par les coteaux qui s'étendent de Villeneuve-Saint-Georges à Lagny. Au nord enfin, les buttes isolées que sépare la plaine Saint-Denis peuvent se rattacher à l'une ou l'autre des régions précédentes. Les collines de Chelles et de Vaujours, qui se poursuivent par le plateau d'Avron et les hauteurs de Belleville, ne

1. Promontoires d'Auteuil et de Courbevoie, sur lesquels les buttes de Montmartre et du Mont-Valérien forment respectivement des témoins de l'ancien relief.

sont qu'un morceau de la *Brie*, détaché de la masse générale du plateau par le couloir d'érosion de la Marne, tandis que les collines de Montmorency et la butte de Cormeilles se rattachent plutôt au *Mantois*.

Les berges de cette cuvette ont une importance militaire considérable et le caractère de la défense de Paris dépend de leur possession. Si elles sont aux mains de l'ennemi, comme en 1870, cette défense est fatalement condamnée à rester tactique ; dans l'hypothèse contraire, elles permettent à l'armée de garnison de tenter, avec quelque chance de succès, des mouvements ayant une portée stratégique. On sent que la diversité des régions que nous avons énumérées plus haut est faite pour donner aux opérations militaires, et en particulier à celles d'un investissement, un caractère très variable suivant le secteur où elles auraient à se développer.

Les cours de la Seine et de la Marne établissent de grandes coupures qui peuvent gêner l'investissement et faciliter la défense, si les ponts extérieurs à Paris ont été détruits à temps, et si l'on a multiplié, au contraire, ceux qui sont intérieurs au périmètre tenu par la fortification.

Hydrographie. — Nous avons vu, en parlant des formes topographiques de la région parisienne orientale, que lors de l'individualisation de la zone périphérique, il s'était établi dans ce territoire un système hydrographique à grandes lignes convergentes, et qui, se prolongeant vers l'ouest pendant les différentes péripéties de l'ère tertiaire, s'est finalement enfoncé peu à peu dans la nappe centrale lorsque celle-ci s'est relevée vers le nord. Ce système est celui de la Seine ; un cours d'eau s'en est détaché, c'est la Loire. Celle-ci a été captée par la dépression qu'avait créée le mouvement de bascule vers le sud et a suivi le chemin que lui ouvrait la dernière invasion marine de la région dans la direction Orléans-Nantes. Le Loing, qui

continue la direction de la Loire en amont de Nevers, semble indiquer l'ancien tracé du fleuve.

Au sud-est, la ramure de la Seine s'enfonce jusqu'au Morvan et au plateau de Langres ; mais du côté de la Lorraine, elle est séparée du domaine de la Moselle par un autre système hydrographique, dont la direction générale vers le nord indique probablement une individualisation antérieure ; c'est le système de la Meuse. Ce dernier, placé aux confins de la région parisienne et de la Terre rhénane, marque une Région de transition et même un terrain de lutte entre les influences hydrographiques des régions voisines. Attaquée par le Rhin [1] qui lui a arraché la Moselle, la Meuse a vu également la Seine lui enlever un de ses affluents, l'Aire, et son cours appauvri n'est plus en rapport avec les dimensions de sa vallée dont les méandres encaissés indiquent l'importance qu'a dû autrefois avoir le fleuve.

Le système de la Seine comprend, outre le cours du fleuve lui-même, quatre grandes artères : l'Yonne, l'Aube, la Marne et l'Aisne, affluent de l'Oise. Toutes ces rivières traversent de part en part les différentes auréoles de la *zone périphérique*, recevant dans chacune d'elles de petits systèmes hydrographiques annexes qui viennent se greffer sur les grands cours d'eau. Il suffit de jeter un coup d'œil sur la carte géologique pour en voir le groupement en affluents jurassiques ou crétaciques, groupement fort ins-

---

1. Comme nous l'avons déjà dit plus haut, le tracé d'un système hydrographique ne peut être considéré, tant que le pays n'a pas été ramené à l'état de pénéplaine, c'est-à-dire n'a pas pris ses formes définitives sous l'influence de l'érosion, que comme un *instantané*. Les cours d'eau se livrent, en effet, une véritable lutte, favorisés ou desservis par la situation de leur *niveau de base* qui pratique comme une véritable *succion ;* les plus forts, ce qui ne veut pas dire les plus gros, captant à leur profit les plus faibles.

La lutte entre la Meuse et ses voisines la Seine et le Rhin a été remarquablement étudiée par le géologue américain Davis dans les *Annales de géographie.*

tructif, puisque chacune de ces catégories a un air de famille particulier différent de celui de la voisine par le fond, les berges et les *conditions de passage*. Il ne faut toutefois rien exagérer et ce que nous avons vu plus haut au sujet des modifications que peut présenter le faciès du terrain dans chaque auréole suffit pour montrer qu'il ne faut pas vouloir pousser l'analogie au delà de cet air de famille.

D'une façon générale, on peut dire que dans les auréoles jurassiques, sauf pour leurs parties marneuses, les vallées sont encaissées, les lits variables et sujets à des fosses anormales, enfin que les cours d'eau présentent souvent des fuites souterraines qui les font disparaître parfois complètement comme la Laigne, la Suize et la Meuse elle-même ; tandis que dans les auréoles crétaciques et surtout leurs parties tendres, le profil transversal des vallées s'adoucit au point de s'effacer complètement et que les cours d'eau circulent au milieu d'une large bande de leurs propres alluvions ; l'imperméabilité de la zone infracrétacée se traduisant par l'extension considérable de cette bande alluvionnaire et une tendance aux inondations. Quant à la traversée de la nappe tertiaire qu'effectuent seules la Seine, la Marne et l'Aisne, nous avons vu qu'elle s'effectuait dans des conditions fort différentes pour ces trois rivières, ce qui est naturel, puisqu'à l'encontre de ce qui se passe dans la zone périphérique, chacune d'elles a à aborder des couches du sol totalement différentes, ainsi que l'indique le schéma de la page 26.

La *Seine* prend sa source dans le revers du plateau de Langres ; elle offre de nombreux gués jusqu'à Troyes, mais devient navigable à partir de Méry. Son cours présente, entre Romilly et Montereau, une grande inflexion motivée par la présence de la terrasse tertiaire. Elle reçoit dans les auréoles jurassiques un faisceau d'affluents dont les principaux sont la Laigne et l'Ource. Les vallées su-

périeures de ces cours d'eau et de la Seine elle-même s'enfoncent jusque dans le lias ; aussi, quoique ces vallées soient encaissées et dominées par des hauteurs rocailleuses, les fonds sont humides et les berges souvent même marécageuses. La traversée de la petite bande marneuse qui forme le soubassement de la corniche qui prolonge les côtes de Meuse se fait dans des conditions analogues ; à part ces deux exceptions, les vallées sont plutôt sèches.

L'auréole infracrétacée que la Seine traverse entre Bar-sur-Seine et Troyes montre de nombreuses dérivations du fleuve et ne voit que des affluents insignifiants. Il en est de même de l'auréole crétacée, où le fleuve divague à partir de Nogent et est doublé par quantité de dérivations et de bras morts désignés sous le nom de *vieilles Seines*.

A Montereau l'aspect change tout à coup avec l'entrée dans la nappe tertiaire ; le fleuve s'enfonce dans les calcaires de la Brie, décrivant de grandes boucles dont les berges alternativement dominantes se prêtent tour à tour au passage dans un sens ou dans l'autre. Là elle reçoit successivement le Loing, l'Essonne et l'Orge qui drainent le Gâtinais et le Hurepoix, et l'Yerres, dont la vallée verdoyante accidente la Brie agricole.

L'*Yonne* vient du Morvan et rejoint la Seine à Monte-

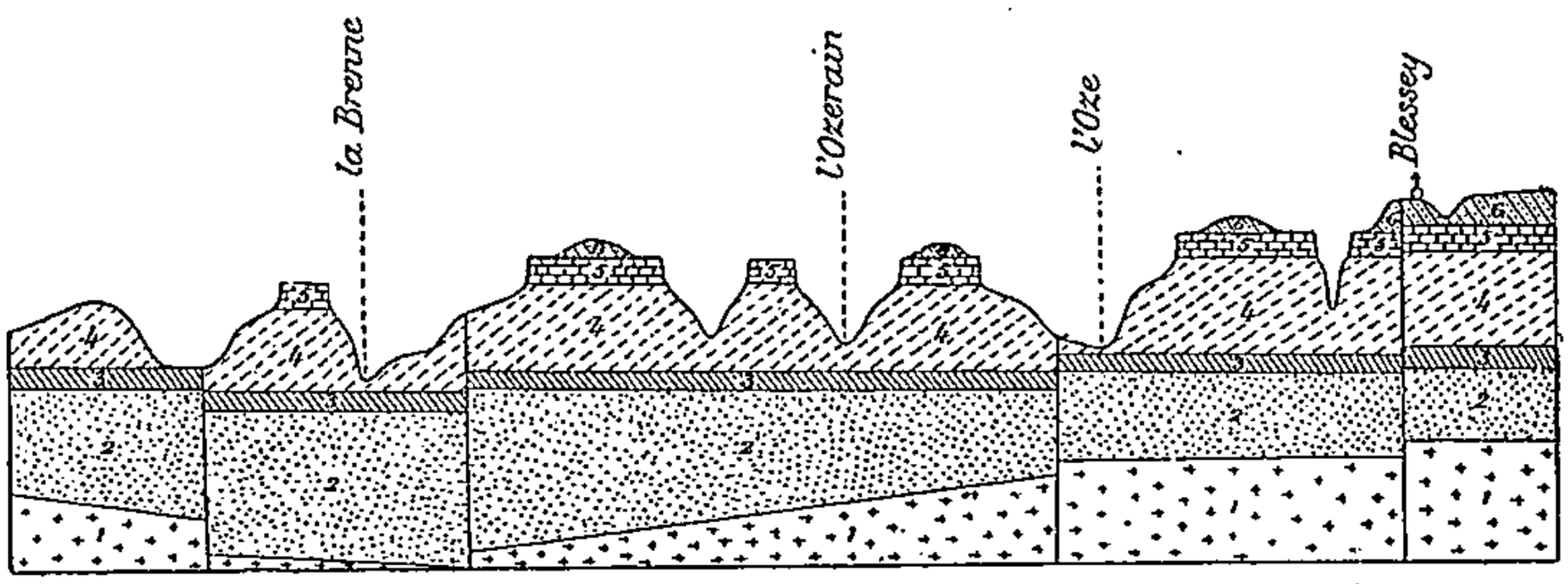


Fig. 27. — Coupe à travers l'Auxois.

Légende : 1, substratum ancien ; 2, trias ; 3, infralias ; 4, supralias ; 5, bajocien ; 6, bathonien.

reau. Son cours jurassique finit à Auxerre, mais ce n'est qu'en aval de cette ville qu'elle reçoit la partie de sa ramure qui correspond à ce terrain. Celle-ci vient surtout de l'Auxois, et nous avons vu la physionomie spéciale que prend ce pays sous l'influence des coupures parallèles de l'Armançon, de la Brenne, de l'Oze et de l'Ozerain qui s'enfoncent jusqu'aux couches humides du lias, laissant entre elles d'étroits remparts couronnés de rocailles et de bois (fig. 27).

A Joigny la vallée se resserre de nouveau en longeant le pays d'Othe, et ce n'est que plus loin, à Sens, qu'elle prend l'aspect réellement champenois, après avoir reçu la Vanne, dont le cours sépare le pays d'Othe du Sénonais.

Le cours de l'*Aube* est assez voisin de celui de la Seine pour avoir une physionomie tout à fait analogue à celle qu'a le fleuve lui-même dans sa traversée de la zone périphérique. Toutes les observations que nous avons faites au sujet de la Seine jusqu'à Bar-sur-Seine et de ses affluents jurassiques, peuvent se répéter pour l'Aube jusqu'à Bar-sur-Aube et ses affluents supérieurs, dont le principal est l'Aujon. Il en est de même pour le passage de la rivière dans la zone infracrétacée avec sa large plaine d'alluvions à hauteur de Brienne, ainsi que pour la traversée de la Champagne pouilleuse.

La *Marne* est l'affluent le plus considérable de la Seine. La première partie de son cours traverse les régions calcaires du Bassigny et du Barrois, à peine interrompues entre Chaumont et Bologne par la mince bande argileuse qui continue théoriquement la Woëvre ; elle y reçoit la Suize et le Rognon dont les vallées sont encaissées comme la sienne. Le même aspect se poursuit dans la traversée du Vallage, mais après Saint-Dizier l'aspect change brusquement, on se trouve dans la Champagne humide jusqu'à Vitry-le-François. Toutefois le terrain infracrétacé est mas-

qué là par une large nappe d'alluvions où se rencontrent également trois affluents : la Blaise, la Saulx et l'Ornain. Ceux-ci viennent de la zone jurassique où ils ont une allure presque torrentielle, qu'ils perdent en débouchant dans la zone crétacique. Cette région de rencontre forme une petite province naturelle, le *Perthois*, où les inondations sont fréquentes.

Dans la Champagne pouilleuse, la Marne ouvre, par ses alluvions, une large coupure où se succèdent les villages et qui contraste vigoureusement avec les pays déshérités du voisinage. Les débordements y sont fréquents. Elle reçoit dans cette section un certain nombre de petits affluents ; le principal est la Somme-Soude; sa disposition en branches rectangulaires trahit un des épisodes de la lutte des cours d'eau dans cette région.

C'est à Épernay que la rivière aborde la nappe tertiaire, représentée à cet endroit par le promontoire de la montagne de Reims avec ses pentes couvertes de vignes et ses sommets boisés qui dominent la Champagne de plus de 150 m. La résistance des calcaires oligocènes fait que la vallée s'encaisse profondément, montrant toutefois dans les pentes de ses berges un palier dû à l'alternance d'assises tendres. Il en est ainsi jusqu'aux environs de la Ferté-sous-Jouarre où le profil de la vallée s'adoucit singulièrement sous l'influence d'un changement de facies des matériaux du sol. L'Ourcq, le Grand et le Petit Morin, le Surmelin qui rejoignent la Marne dans sa traversée de la nappe tertiaire ont une disposition analogue. Le Petit Morin présente une particularité curieuse : il prend sa source en dehors de la nappe tertiaire, dans les marais de Saint-Gond. M. Davis l'explique en disant que le Petit Morin n'est que la partie inférieure d'un cours d'eau qui comprenait autrefois la Somme-Soude et qui a été tronqué par un appel latéral de la Marne.

L'*Aisne* s'écarte sensiblement, et par sa direction géné-

rale et par la physionomie de sa vallée, des autres cours d'eau du système de la Seine. Son parcours dans la zone jurassique est insignifiant, tandis que sa traversée de la bande infracrétacée prend un développement considérable qui tient à ce que la rivière y a une direction subséquente qui ne cesse que bien en aval de Vouziers[1]. Dans cette section, la vallée, encadrée entre les hauteurs boisées de la forêt d'Argonne et les promontoires crayeux qui terminent la Champagne pouilleuse, est verdoyante et couverte de belles prairies. La traversée de la Champagne pouilleuse se fait dans des conditions bien meilleures que celles que rencontrent les autres cours d'eau, grâce à la fertilité relative du Rethelois. Enfin, la section tertiaire, profondément découpée dans le Soissonnais, offre un fond humide couvert de prairies où aboutissent les nombreuses eaux que rassemblent les couches argileuses qui se trouvent à la base du terrain éocène et qui affleurent au bas des pentes. Le confluent avec l'Oise se fait dans la région de Compiègne où l'érosion a déblayé le sol jusqu'aux couches d'argile auxquelles nous venons de faire allusion, celles-ci sont recouvertes par les grandes forêts de l'Aigle et de Compiègne[2].

Les trois affluents principaux de l'Aisne : l'Aire, la Suippe et la Vesle, ont des caractères distincts. L'Aire est une rivière de direction générale subséquente, sauf le petit retour à angle droit qui lui fait franchir l'Argonne au défilé de Grand-Pré. Sa partie supérieure est dessinée dans la zone marneuse qui sépare les calcaires de l'étage corallien de ceux de l'étage portlandien ; la rivière marque ensuite la limite occidentale de la forêt d'Argonne, la séparant du reste de cette zone mixte de l'Argonne vulgaire que nous avons définie plus haut. La Suippe est le type

---

1. La disposition composite du cours de l'Aisne est un indice des nombreux épisodes qui ont sans doute accidenté l'histoire de cette rivière.

2. La craie elle-même a été mise à jour aux abords immédiats de Compiègne.

parfait des rivières champenoises, avec son fond de vallée souvent tourbeux, ses berges crayeuses relativement raides et sa bordure continue de saules et de peupliers. Quant à la Vesle, après un parcours champenois analogue à celui de la Suippe, elle s'engage dans la falaise tertiaire en s'ouvrant le défilé de Fismes, où sa vallée a un aspect analogue à celui de l'Aisne, mais avec bien plus d'humidité encore et par places de véritables marais tourbeux.

La *Meuse*, dans son parcours français, est essentiellement une rivière jurassique. Elle prend sa source dans le plateau de Langres et pénètre en aval de Mézières dans les plateaux ardennais après avoir coupé successivement les terrasses de la Lorraine et du commencement de la région parisienne. Sa vallée, entaillée d'abord dans l'auréole liasique, s'enfonce à Bourmont dans la terrasse médio-jurassique pour atteindre à Domremy l'étage corallien où elle reste jusqu'à Dun en laissant la corniche des côtes de Meuse à sa droite ; elle retourne ensuite aux étages précédents.

La vallée de la Meuse est assez large, même dans la traversée des roches résistantes de l'étage corallien. Elle est de plus fort sinueuse et présente la disposition connue sous le nom de *méandres encaissés*. Le fond de la vallée est occupé par des alluvions couvertes de belles prairies au milieu desquelles circule un cours d'eau relativement modeste et dont l'énergie actuelle ne semble en aucun rapport avec celle qu'a nécessitée jadis le travail d'érosion considérable du creusement de la vallée. C'est qu'en effet la Meuse est une vaincue qui a laissé ses voisines lui dérober la Moselle et l'Aire[1], sans compter probablement

1. La Moselle suivait autrefois le val de l'Ane, où des cailloux roulés, d'origine vosgienne, que la Meuse n'a pu apporter, sont encore semés à flanc de coteau; les marais de Pagny indiquent son ancien confluent. Quant à l'Aire, elle suivait autrefois la vallée de la Bar, comme l'a montré M. Davis par des arguments tout à fait topiques.

les cours d'eau qui venaient de la Woëvre et dont les trouées classiques des côtes de Meuse indiquent encore l'ancien chemin. Aujourd'hui, dans la plus grande partie de son cours français, elle ne reçoit que des ruisseaux à allure parfois torrentielle et deux groupes d'affluents, l'un aux environs de Neufchâteau, c'est-à-dire avant la traversée des côtes de Meuse, l'autre après Dun, à la sortie de cette zone. Ce sont : le Vair et le Mouzon d'une part, la Semoy et la Chiers de l'autre.

L'appauvrissement actuel de la Meuse diminue de beaucoup la valeur militaire de la coupure que sa vallée trace dans la région du nord-est et qui, étant transversale à toutes les voies d'invasion, attire forcément du premier coup les regards. En temps ordinaire, en effet, la rivière est guéable sur un grand nombre de points [1] et ce n'est qu'au moment des hautes eaux, où elle déborde, qu'elle prend franchement un caractère d'obstacle qui le plus souvent n'est fourni que par le canal qui lui est latéral. Les inondations sont brusques et proviennent du bassin supérieur de la Meuse qui se développe dans les terrains imperméables du lias, ainsi que de ses affluents supérieurs, le Vair et le Mouzon.

La Chiers dessine le front nord du pays de Briey laissant sur sa rive droite des parties détachées de la terrasse médio-jurassique qui dominent la bande liasique du Luxembourg comme les côtes de Moselle dominent le pays messin. Ses affluents l'Othain et le Loison tracent dans la Woëvre et le Jarnisy des coupures qui, sans avoir une grande valeur d'obstacle, ont une certaine importance tactique.

De nombreux canaux réunissent, comme on sait, les grandes artères fluviales entre elles ou avec les systèmes hydrographiques voisins. Nous ferons observer que plu-

---

1. Elle se perd même complètement à Bazoilles, avant Neufchâteau, dans les fissures du calcaire.

sieurs de leurs tracés ont été en quelque sorte préparés par les épisodes de l'évolution géographique. Ainsi le canal du Loing, qui correspond vraisemblablement à l'ancienne Loire, le canal de la Marne au Rhin dans la section qui précède Toul, le canal de l'Ourcq qui suit la dépression préparée par un ancien bras de la Marne.

(*A suivre.*)

O. BARRÉ,
Chef de bataillon du génie.

THÉORIE ET APPLICATIONS

DES

COURANTS ALTERNATIFS

[*Suite* [1]].

Dans la première partie de ce travail, nous avons exposé les principales propriétés des courants alternatifs indépendamment de toute hypothèse sur la nature de cet agent mystérieux que l'on nomme électricité. Nous nous proposons, dans ce qui suit, de résumer les idées émises sur le mécanisme intime des phénomènes par le physicien anglais Maxwell.

Au premier abord, une pareille recherche peut paraître stérile, du moment où l'onveut se borner aux applications, et il semble que l'ingénieur pourrait se contenter d'étudier les lois des phénomènes, en laissant au métaphysicien les recherches d'ordre purement théorique et spéculatif sur leur nature intime.

En réalité, il n'en est pas tout à fait ainsi. Bien que les causes premières doivent nous demeurer peut-être éternellement inaccessibles, et que nous ne puissions supprimer complètement les hypothèses, il y aura toujours avantage à reculer celles-ci le plus possible et à en déduire des principes généraux. Car, de ces principes peut résulter, par déduction, la connaissance de faits nouveaux, dont sans cela le hasard seul pourrait amener la découverte.

C'est ainsi que les travaux purement théoriques de Maxwell sur la nature de l'électricité et du magnétisme

1. Voir *Revue*, 1899, t. XVII, p. 513.

ont conduit, malgré les hypothèses nombreuses qu'ils contiennent encore, à cette application que l'on cherche à réaliser aujourd'hui sous le nom de télégraphie sans fil.

Le physicien anglais Clerk Maxwell (né en 1831, mort en 1879) était un élève de Faraday et, comme lui, il rejetait l'idée des actions à distance. Cette idée est, en effet, une de celles que l'esprit se refuse à admettre ; autant il est facile de concevoir des actions se propageant de proche en proche dans un milieu par des déformations successives de ce milieu, autant il est difficile d'admettre que deux corps puissent agir à distance l'un sur l'autre, sans l'intervention du milieu interposé. La loi newtonienne n'implique pas d'ailleurs la réalité d'actions à distance et Newton lui-même disait :

« Que la gravité soit innée, inhérente et essentielle à la matière, de sorte qu'un corps puisse agir sur un autre corps à distance, à travers le vide et sans aucun autre intermédiaire, c'est pour moi une si grande absurdité qu'il me semble impossible qu'un homme capable de traiter des matières philosophiques puisse jamais y tomber[1]. »

Maxwell ne voyait donc dans les phénomènes électriques et magnétiques que des déformations du milieu interposé. Un nouveau fait expérimental vint confirmer ces idées d'une manière inattendue et fut ainsi le point de départ d'une théorie englobant à la fois l'électricité, le magnétisme et la lumière.

Ce fait fut la valeur que donnait l'expérience pour le rapport des unités électromagnétiques et électrostatiques. Nous rappellerons d'abord en quoi consiste ce rapport.

On sait que toutes les grandeurs électriques ou magnétiques peuvent être rattachées aux grandeurs mécaniques, de telle sorte qu'on peut les mesurer sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à d'autres unités arbitraires que les trois unités fondamentales de la mécanique, longueur,

---

1. Lettre de Newton à Bentley, du 25 février 1691.

masse et temps. C'est le principe du système CGS (centimètre, masse du gramme, seconde).

Toutefois ce rattachement peut se faire de plusieurs manières qui donnent lieu à autant de systèmes d'unités différents.

Considérons les trois grandeurs suivantes : une quantité d'électricité Q, un pôle magnétique ayant une quantité de magnétisme q et un courant d'intensité i, que nous supposerons d'abord évaluées au moyen d'unités arbitraires. On a entre elles les relations ci-après :

La masse Q étant placée à une distance r d'une masse identique, il s'exerce entre ces masses une action f qui, d'après la loi de Coulomb est

$$f = \mathrm{K}\frac{\mathrm{Q}^2}{r^2}. \qquad (1)$$

De même la loi de Coulomb relative aux actions magnétiques nous donne

$$f' = \mathrm{K}'\frac{q^2}{r^2}. \qquad (2)$$

Quant à l'intensité du courant i, on sait qu'elle représente la quantité d'électricité qui traverse une section du conducteur pendant l'unité de temps. Si t est le temps nécessaire au passage de la quantité Q, on a

$$\mathrm{Q} = it. \qquad (3)$$

Enfin, une dernière relation est fournie par la loi de Laplace. Plaçons le pôle magnétique q au centre d'un conducteur circulaire de rayon r, parcouru par le courant i, l'action exercée sur un arc de ce conducteur ayant une longueur s est

$$f'' = \mathrm{K}''\frac{qis}{r^2}. \qquad (4)$$

Éliminant Q, q et i entre les quatre équations ci-dessus, il vient

$$\frac{\sqrt{ff'}}{f''}\frac{s}{t} = \frac{\sqrt{\mathrm{KK}'}}{\mathrm{K}''}. \qquad (5)$$

On sait que les coefficients K, K′, K″, dépendent de la nature du milieu dans lequel se passent les actions. Si ce milieu est invariable, on peut les considérer comme de simples coefficients de proportionnalité purement numériques, dont la valeur ne dépend plus que des unités choisies pour mesurer Q, q et i.

Toutefois, si nous posons

$$\frac{\sqrt{KK'}}{K''} = u, \qquad (6)$$

l'équation (5) nous montre que pour un milieu donné, le nombre u est indépendant des unités électriques et magnétiques. Le premier membre, en effet, ne contient que des grandeurs mécaniques et en particulier ne dépend que de l'unité de vitesse. Si, au contraire, le milieu venait à changer, les actions f, f', f'' ne seraient plus les mêmes et le nombre u prendrait une autre valeur. On peut donc le considérer comme caractéristique du milieu où se passent les actions.

Supposons, pour fixer les idées, que ce milieu soit l'air; on peut débarrasser les calculs de deux des coefficients en les égalant à l'unité.

Dans le système électrostatique, on convient de faire

$$K = 1, \quad K'' = 1.$$

L'unité de quantité d'électricité est alors déduite de la relation (1); c'est la quantité qui, placée à l'unité de distance d'une masse égale, produit sur elle une action égale à l'unité de force.

L'unité d'intensité, déduite de (3), est l'intensité d'un courant tel qu'une section du conducteur soit traversée par l'unité de quantité d'électricité pendant l'unité de temps.

L'unité de quantité de magnétisme se déduit alors de la relation (4); c'est celle d'un pôle qui, placé au centre d'un arc de cercle de longueur égale à 1 et parcouru par un courant d'intensité égale à l'unité, subit une action égale à l'unité de force.

On voit que, dans ce système, le coefficient K′ de la relation (2) doit être maintenu. Mais, comme l'unité de quantité de magnétisme et par suite la valeur du nombre q sont déterminée, il faut lui donner une valeur K'_s telle que l'équation (2) soit satisfaite.

D'autre part, l'équation (6) étant également satisfaite, quelles que soient les unités, si l'on fait

$$K = 1, \quad K' = K'_s, \quad K'' = 1;$$

il vient

$$K'_s = u^2.$$

Dans le système électromagnétique, on se donne

$$K' = 1, \quad K'' = 1;$$

c'est-à-dire que l'unité de quantité de magnétisme est déduite de la relation (2). C'est celle qui, placée à l'unité de distance d'une quantité égale, exerce sur elle une action égale à l'unité de force.

L'unité d'intensité de courant est alors déduite de (4). C'est l'intensité d'un courant qui, traversant un arc de cercle de rayon 1 et de longueur égale à 1, produit sur l'unité de masse magnétique placée au centre du cercle une action égale à l'unité de force.

La relation (3) nous donnera pour l'unité de quantité d'électricité, la quantité qui pendant l'unité de temps traverse une section d'un conducteur, lorsque ce conducteur est parcouru par un courant d'intensité égale à l'unité.

Si enfin on considère l'équation (1), on voit que le nombre Q étant déterminé par la définition qui précède, cette équation n'est satisfaite qu'à la condition de donner à K une valeur déterminée K_m.

En faisant, dans l'équation (6),

$$K = K_m, \quad K' = 1, \quad K'' = 1,$$

il vient

$$K_m = u^2.$$

Les deux systèmes étant ainsi définis, supposons qu'une même grandeur, une certaine quantité d'électricité, par

exemple, soit mesurée successivement dans chacun d'eux. On obtiendra ainsi deux nombres Q_s et Q_m dont le rapport sera d'ailleurs l'inverse du rapport des unités correspondantes.

D'après ce qui précède, on aura

$$f = \frac{Q_s^2}{r^2} = K_m \frac{Q^2{}_m}{r^2} = u^2 \frac{Q_m^2}{r^2}.$$

De même l'équation (2) appliquée successivement aux deux systèmes donnerait

$$Q_s = i_s t, \quad Q_m = i_m t;$$

pour l'équation (3) on aura

$$f'' = \frac{q_s i_s S}{r^2} = \frac{q_m i_m S}{r^2}.$$

Et enfin, pour l'équation (4),

$$f' = K_s' \frac{q_s^2}{r^2} = u_2 \frac{q_s^2}{r^2} = \frac{q_m^2}{r^2}.$$

Si, d'une manière générale, on désigne par le symbole [Q] l'unité qui sert à évaluer une grandeur Q, on déduira des équations précédentes

$$\frac{[Q_m]}{[Q_s]} = \frac{[i_m]}{[i_s]} = \frac{[q_s]}{[q_m]} = u.$$

Des expériences nombreuses ont été faites pour la mesure de u, soit en variant les méthodes de mesures, soit en opérant sur des grandeurs différentes. Les résultats ont été sensiblement concordants et donnent en moyenne : $u = 3 \times 10^{14}$.

Si l'on remarque que les unités sont rapportées au système CGS, qui comporte le centimètre comme unité de longueur et la seconde comme unité de temps, on voit que le rapport u est égal numériquement à la vitesse de la lumière qui est de 300 000 km par seconde.

Maxwell se demanda alors si cette coïncidence était purement fortuite, ou bien s'il fallait au contraire y voir une conséquence de la théorie. Il fut ainsi amené à rechercher si en précisant les idées de Faraday et en les traduisant

en langage mathématique, il était possible de déduire des équations une théorie expliquant tous les phénomènes connus, y compris la valeur que l'expérience assignait au nombre u. C'est cette théorie que nous allons essayer de résumer.

Considérons un condensateur formé de deux armatures planes A et B, séparées par une lame d'air (fig. 5). Le

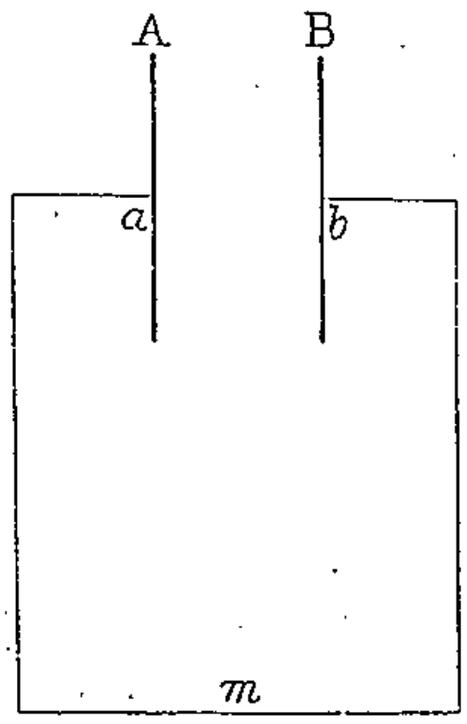


Fig. 5.

condensateur étant chargé, si l'on vient à réunir ses armatures par un conducteur *amb*, celui-ci est le siège d'un courant de faible durée et le condensateur se décharge.

Or, de nombreuses expériences ont démontré que le phénomène de la décharge ne se réduit pas seulement à ce courant, mais que le diélectrique qui sépare les armatures du condensateur doit également y jouer un rôle. Aucune des anciennes théories n'avait défini ce rôle et précisé la nature des phénomènes qui se passent dans le diélectrique pendant la décharge.

Pour Maxwell, ces phénomènes ne sont autre chose que des courants. D'après les anciennes idées, la présence d'un corps conducteur était considérée comme indispensable à la production d'un courant. Lorsque le circuit avait, comme le fil *amb*, ses extrémités isolées l'une de l'autre, ce circuit était dit *ouvert* et le courant n'avait que la faible durée nécessaire au rétablissement de l'équilibre électrostatique dans le conducteur.

D'après les idées de Maxwell, au contraire, les courants sont toujours *fermés* et, dans le cas ci-dessus, on doit considérer le circuit comme se complétant par le diélectrique qui sépare A et B, lequel est alors le siège de courants, tout aussi bien que la portion conductrice *amb*.

Toutefois Maxwell admet que les courants n'ont pas la même nature dans les deux cas. Cela tient à ce que si tous les corps opposent une résistance au passage de l'électricité, cette résistance n'est pas la même suivant que l'on a affaire à un diélectrique ou à un conducteur. L'exemple suivant permet de saisir facilement cette différence [1].

Quand on bande un ressort, on rencontre une résistance croissante qui finit par faire équilibre à l'effort exercé. Lorsque la force cesse d'agir, le ressort restitue le travail dépensé pour le déformer.

Supposons maintenant que l'on déplace un corps dans l'eau, on éprouve encore une résistance qui dépend de la vitesse du déplacement, mais qui ne varie pas tant que cette vitesse reste constante. Le mouvement se prolonge tant que dure la force agissante ; mais si cette force cesse, le corps ne tend pas à revenir en arrière et tout le travail fourni a été transformé en chaleur par la viscosité de l'eau.

Il faut donc distinguer entre ce que l'on pourrait appeler la résistance *élastique* et la résistance *visqueuse*. La première caractérise les diélectriques, tandis que les conducteurs présentent la seconde.

D'où deux catégories de courants : dans les diélectriques, les particules électriques ne peuvent se déplacer que d'une petite quantité, variable suivant la nature du corps. Le mouvement de l'électricité se trouvant arrêté au bout d'un temps très court par la réaction élastique, on ne peut avoir que des courants de faible durée que Maxwell nomme courants de *déplacement*. En d'autres termes, les

1. H. Poincaré, *Annuaire du bureau des longitudes*, 1894 (notice A).

choses se passent dans le diélectrique comme si les courants de déplacement avaient pour effet de bander une foule de petits ressorts. Ces courants cessent lorsque l'équilibre électrostatique est établi. Le travail accumulé, qui est l'énergie électrostatique, est restitué quand les ressorts peuvent se débander, c'est-à-dire lorsqu'on laisse les conducteurs obéir aux actions électrostatiques. Si la limite d'élasticité est dépassée, les ressorts se brisent et l'on a le phénomène de la décharge disruptive.

Dans les conducteurs, au contraire, l'électricité peut se déplacer à travers toute la masse, sans rencontrer d'autre obstacle qu'une résistance analogue au frottement. On a alors un courant dit de *conduction*, qui dure aussi longtemps que la force électromotrice qui lui donne naissance. Le travail fourni n'est pas, comme dans le cas précédent, emmagasiné sous forme d'énergie potentielle et il se retrouve dans le conducteur sous forme de chaleur.

On voit par ce qui précède qu'en chaque point d'un champ électrique, l'intensité H de ce champ doit être égale à la réaction élastique des particules d'électricité qui ont été écartées de leurs positions primitives.

Considérons la portion du champ comprise entre les deux conducteurs A et B (fig. 6). Menons par le contour de

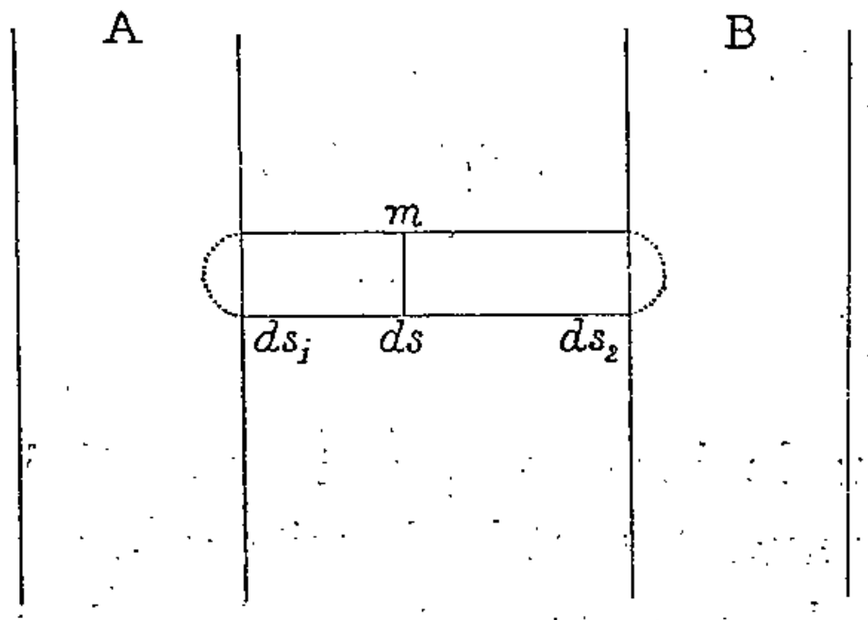


Fig. 6.

l'élément ds_1, pris sur A, une série de lignes de force dont l'ensemble forme une surface tubulaire (tube de force) qui découpe sur B un élément ds_2. Soient Q_1, Q_2, les charges

portées par les deux éléments. Supposons que le tube de force se prolonge au delà de ds_1 et ds_2 pour se fermer par deux surfaces quelconques comprises à l'intérieur des conducteurs. En appliquant le théorème de Green au volume ainsi formé, on a

$$4\pi K (Q_1 + Q_2) = 0,$$

d'où

$$Q_1 = - Q_2.$$

Les charges des deux éléments sont donc égales en valeur absolue; désignons par Q cette valeur commune.

Maxwell en conclut que les déplacements des couches électriques se sont effectués dans le sens des lignes de force, chaque section du tube ayant été traversée par une même quantité d'électricité Q. Il représente alors le déplacement en un point m par la quantité d'électricité

$$\alpha = \frac{Q}{ds}$$

qui a traversé l'unité de surface, ds étant la section du tube au point m.

On sait d'ailleurs que si H_1 est l'intensité du champ dans le voisinage de ds_1, on a

$$4\pi K Q_1 = H_1 ds_1.$$

Comme d'ailleurs le flux de force est le même pour toutes les sections du tube, on a

$$H_1 ds_1 = H ds,$$

d'où

$$\alpha = \frac{H}{4\pi K}.$$

Pendant son déplacement, cette quantité d'électricité α a produit un courant dont la densité a, c'est-à-dire l'intensité par unité de surface, est représentée par la quantité qui traverserait l'unité de section pendant l'unité de temps. On a donc

$$a = \frac{d\alpha}{dt} = \frac{1}{4\pi K} \cdot \frac{dH}{dt}.$$

Maxwell admet que ce courant de déplacement, dans un diélectrique, possède les mêmes propriétés que les courants de conduction qui traversent les conducteurs. En particulier, il produira un champ magnétique et ses variations donneront naissance à des forces électromotrices d'induction.

D'autre part, on doit admettre, d'après ce qui précède, qu'une force électromotrice induite en un point de l'espace produira soit un courant de conduction, si le point considéré est occupé par un corps conducteur, soit un courant de déplacement, si ce point est occupé par un diélectrique.

Une perturbation électrique ou magnétique se traduira donc toujours par un courant. Dans un milieu diélectrique indéfini, ce courant produira par induction dans son voisinage des courants de déplacement qui agiront à leur tour sur les éléments voisins, de sorte que la perturbation se propagera de proche en proche avec une vitesse finie, sous la forme d'une onde analogue aux ondes du son ou de la lumière. Si la perturbation est localisée dans un espace restreint, cette onde devient sensiblement sphérique à une certaine distance.

Le calcul de cette vitesse de propagation dans le cas général exigerait des développements qui ne sauraient trouver place ici, car il faudrait exposer dans son ensemble la théorie de Maxwell, en vue d'établir les équations de ce qu'il nomme le champ *électromagnétique*, c'est-à-dire du champ double comprenant à la fois des forces électriques et des forces magnétiques. Nous nous contenterons d'examiner les cas particuliers qui se rapportent plus spécialement aux applications que nous avons en vue.

Considérons un conducteur rectiligne AB parcouru par un courant d'intensité I (fig. 7). Celui-ci produit un champ magnétique dont les lignes de force sont des circonférences ayant leur centre sur l'axe du conducteur et leur plan perpendiculaire à ce conducteur.

L'intensité du champ en chaque point de l'espace est

fonction de I et de la distance x de ce point à AB. Par suite, toute variation dI produit en chaque point une variation de l'intensité du champ qui donne lieu à une force électromotrice d'induction. D'après ce que nous avons dit

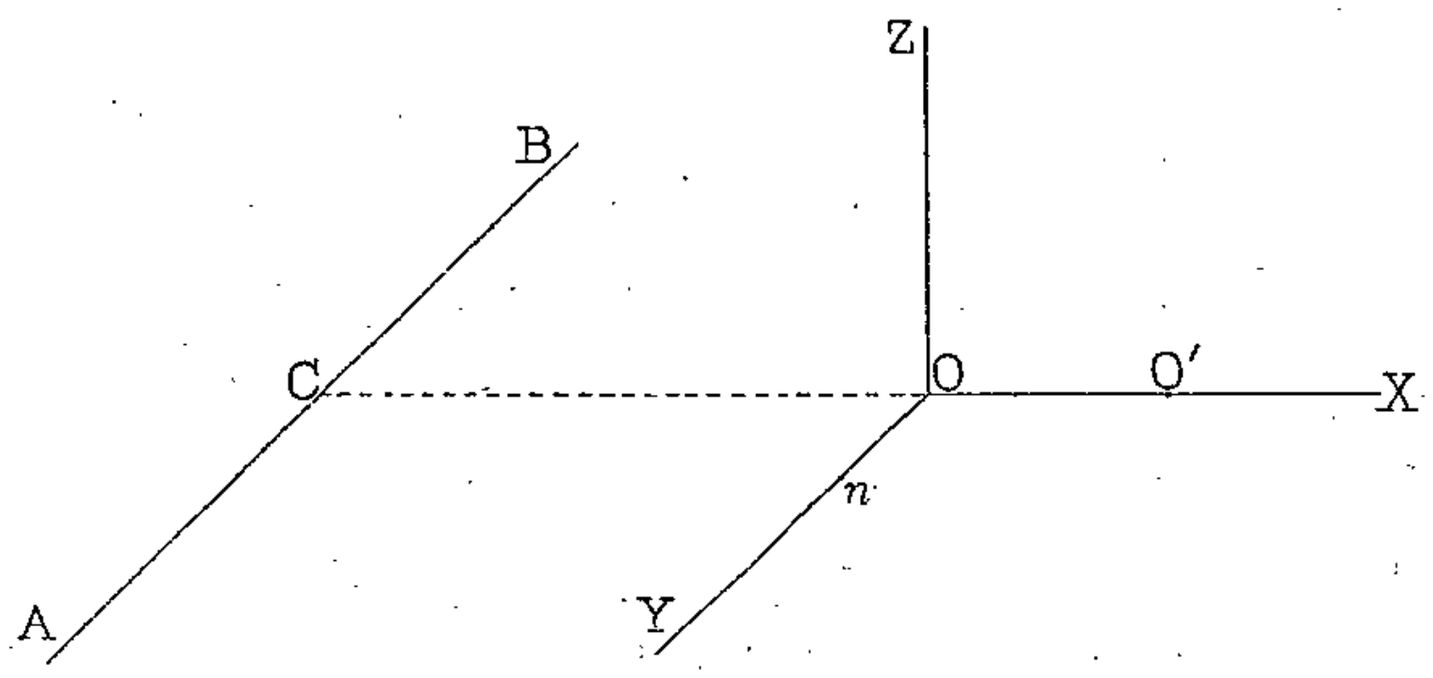


Fig. 7.

plus haut, cet effet ne se produira pas au même instant pour tous les points du champ et l'induction se propagera de proche en proche en commençant par les points les plus rapprochés de AB.

Soit O un point du champ situé à une distance $OC = x$ de AB. Menons OY parallèle à AB ; l'intensité du champ magnétique au point O est alors dirigée suivant la normale OZ au plan xy.

Soit h cette intensité à l'instant t ; à l'instant $t + dt$ elle devient $h + dh$ et c'est en un point O′, dont la distance à AB est $x + dx$, que le champ possède la valeur h.

Prenons sur OY un élément $On = dy$; les choses se passent comme si l'élément restant fixe, le champ tout entier se déplaçait suivant OX, de manière à parcourir une distance dx pendant le temps dt, ou bien comme si le champ restant fixe, l'élément dy se déplaçait en sens inverse de la quantité dx.

Nous supposerons le conducteur AB assez long pour que l'intensité du champ soit la même en tous les points de dy. Le produit $hdxdy$ représente alors le flux de force coupé par l'élément dy et celui-ci est le siège d'une force élec-

tromotrice d'induction dont la valeur est, au signe près,

$$e = \frac{K''}{K'} \cdot \frac{h dx dy}{dt}.$$

Si l'élément dy est conducteur, cette force électromotrice donnera un courant de conduction ; si, au contraire, on n'a en dy que le diélectrique, celui-ci sera le siège d'un courant de déplacement dont l'intensité a par unité de surface sera

$$a = \frac{1}{4\pi K} \cdot \frac{dH}{dt}.$$

La force électrique qui agit sur tout l'élément est alors $H dy$ et n'est autre chose que la force électromotrice e, ce qui donne

$$H dy = e,$$

ou

$$H = \frac{K''}{K'} \cdot \frac{h dx}{dt}.$$

Or h est une fonction de x ; nous pourrons donc poser

$$\int h dx = A, \qquad (7)$$

A étant également une fonction de x. Il vient alors

$$H = \frac{K''}{K'} \cdot \frac{dA}{dt},$$

d'où

$$a = \frac{K''}{4\pi K K'} \cdot \frac{d^2 A}{dt^2}.$$

Représentons maintenant (fig. 8) l'élément de volume considéré On et soient dx, dy, dz ses trois dimensions. D'après ce qui précède, l'intensité du courant de déplacement dans cet élément est

$$i = a dx dz. \qquad (8)$$

Si l'on admet avec Maxwell que ce courant possède les mêmes propriétés qu'un courant de conduction, on pourra exprimer son intensité en fonction de celle du champ magnétique.

On sait que si un pôle magnétique q décrit une courbe fermée autour d'un courant d'intensité i, le travail corres-

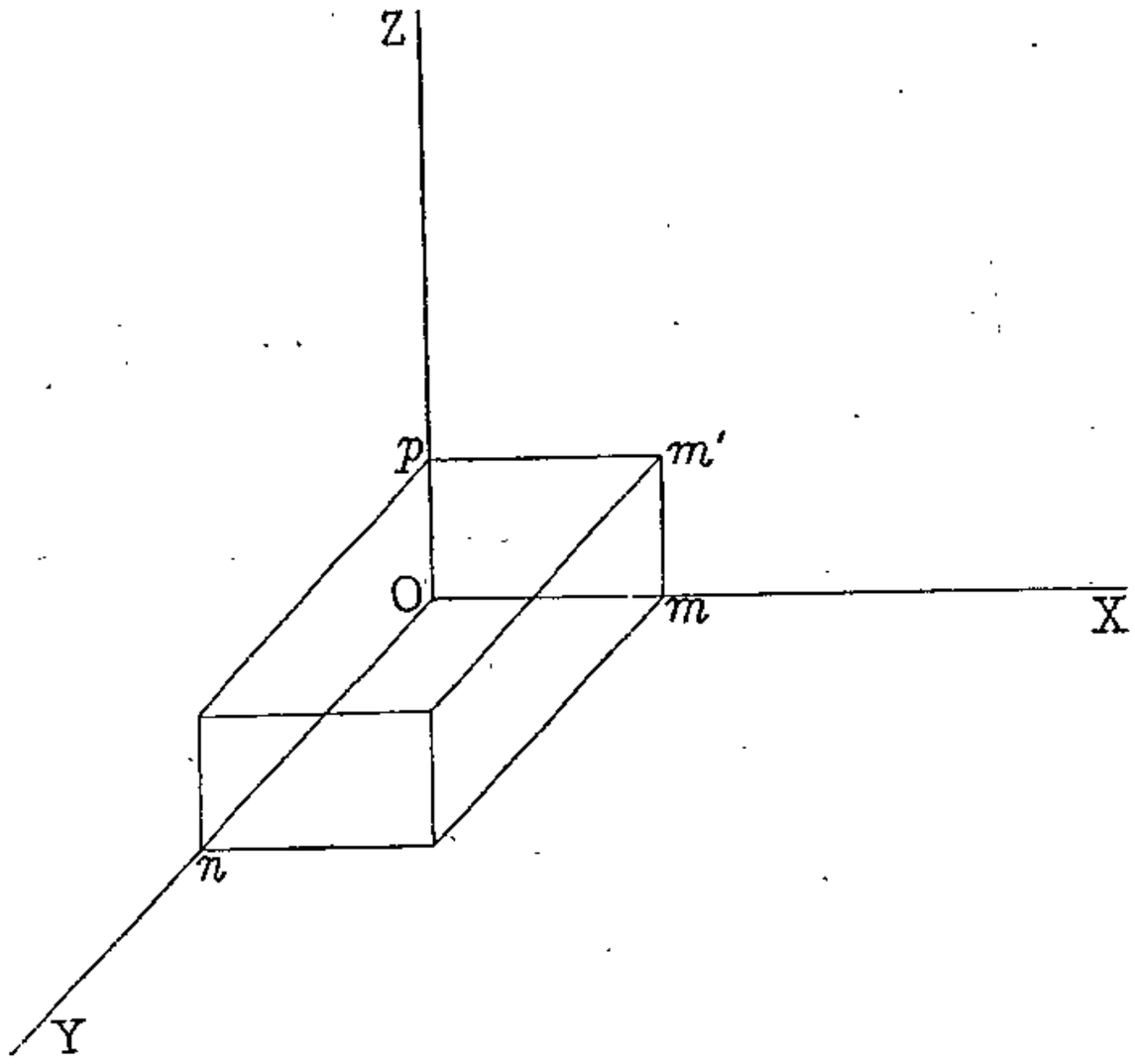


Fig. 8.

pondant, calculé d'après la formule de Laplace, a pour valeur $4\pi K'' qi$.

Supposons que le pôle q décrive le rectangle $Omm'p$. On pourra évaluer séparément le travail correspondant à chacun de ses côtés. Pour Om et mp, le travail est nul, puisque le déplacement est normal à la direction de la force.

Suivant pO, le travail est $qhdz$.

Suivant mm', le travail est égal à $-qdz$ multiplié par l'intensité du champ au point m, c'est-à-dire par $h - \frac{dh}{dx}dx$, ce qui donne $-qdz\left(h - \frac{dh}{dx}dx\right)$.

On en déduit

$$4\pi K'' qi = q\frac{dh}{dx}dxdz,$$

ou, en tenant compte de (8)

$$4\pi K'' a = \frac{dh}{dx}.$$

Or la relation (7) nous donne

$$h = \frac{dA}{dx};$$

donc

$$a = \frac{1}{4\pi K''} \cdot \frac{d^2A}{dx^2}.$$

Égalant les deux valeurs trouvées pour a, il vient

$$\frac{K''}{4\pi KK'} \frac{d^2A}{dt^2} = \frac{1}{4\pi K''} \cdot \frac{d^2A}{dx^2},$$

ou enfin

$$\frac{d^2A}{dt^2} = u^2 \frac{d^2A}{dx^2}.$$

Cette équation, dont l'intégrale générale a été donnée par d'Alembert, est connue en mécanique ; c'est celle qui représente la propagation d'un mouvement vibratoire dans un milieu élastique. Dans ce dernier cas, le coefficient u^2, qui représente le carré de la vitesse de propagation, est égal au rapport $\frac{\varepsilon}{\delta}$ de l'élasticité à la densité du milieu, ce qui conduit à la formule connue sous le nom de formule de Newton :

$$u = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\delta}}.$$

Dans le cas que nous avons considéré ci-dessus, u^2, qui représente toujours le carré de la vitesse de propagation de la perturbation électromagnétique, a pour valeur $\frac{K''^2}{KK'}$ et dépend par conséquent des propriétés électriques et magnétiques du milieu.

Examinons maintenant les conséquences que Maxwell a déduites de ce résultat. D'une part, si on suppose le courant i alternatif, on a dans le diélectrique une série d'ondes qui se transmettent avec une vitesse constante et égale au rapport u des unités électromagnétiques et électrostatiques. D'autre part, la mesure directe de u montre

que cette vitesse est égale à celle de la lumière dans le même milieu.

Une vibration électromagnétique se propageant dans un milieu donné avec la même vitesse qu'une vibration lumineuse, Maxwell en a conclu qu'il n'y avait non pas seulement *analogie* mais *identité* entre les deux phénomènes, et qu'une vibration lumineuse n'est autre chose qu'un courant de déplacement alternatif. Il assigne ainsi la même origine aux phénomènes électriques et lumineux, de sorte que quand nous mettons en mouvement une machine à courants alternatifs ou lorsque nous allumons une lampe, nous provoquons dans le milieu environnant des phénomènes de même nature.

La seule différence est dans la fréquence, c'est-à-dire le nombre des vibrations produites pendant une seconde. Si l'on prend par exemple la partie moyenne du spectre visible, la lumière jaune correspond à un nombre de vibrations par seconde $n = 6 \times 10^{14}$, soit 600 millions de vibrations en un millionième de seconde, tandis que les courants alternatifs industriels ne dépassent guère 100 périodes par seconde.

Malgré cette différence, la vitesse de propagation reste la même, car elle ne dépend que des propriétés du milieu, et l'on a toujours

$$v = \frac{\lambda}{T},$$

λ étant la longueur d'onde et $T = \frac{1}{n}$ la durée d'une vibration. C'est grâce à cette propriété que l'œil reçoit simultanément les radiations qui forment la lumière composée, bien que ces radiations aient des fréquences différentes.

La lenteur relative des vibrations électromagnétiques ne les empêche donc pas de se propager avec la vitesse de la lumière, mais elle les empêche de produire sur l'organe de la vue les mêmes sensations que les vibrations lumi-

neuses. On sait, en effet, que dans la partie visible du spectre, la fréquence augmente du rouge au violet. Pour des fréquences plus faibles que celles de la lumière rouge ou plus grandes que celles de la lumière violette, la sensation lumineuse disparaît. Comme la fréquence des radiations rouges est encore de beaucoup supérieure à celle des vibrations électromagnétiques les plus rapides que nous sachions produire, il n'est pas surprenant que ces dernières soient sans action sur notre œil, tout en ayant la même nature que la lumière.

Malgré les progrès de la science, l'homme ne dispose encore que de moyens barbares pour produire la lumière, car il ne connaît pas pour le moment d'autre procédé que de prendre la chaleur comme intermédiaire. Pour communiquer à l'éther un mouvement vibratoire capable de produire ce que nous appelons les phénomènes lumineux, nous commençons par donner ce mouvement aux particules matérielles d'un corps solide ou gazeux en le portant à une température suffisamment élevée et c'est ce corps qui, à son tour, provoque le mouvement des particules éthérées. Nous n'utilisons donc sous forme de lumière qu'une partie infime de l'énergie que nous avons dû dépenser pour produire d'abord de la chaleur. On voit par là quelle économie on réalisera le jour où l'on saura produire directement des courants alternatifs ayant la fréquence des radiations lumineuses.

Avant d'aborder l'exposé des vérifications expérimentales de l'hypothèse de Maxwell, nous dirons quelques mots de la manière dont celui-ci concevait le mécanisme intime des phénomènes.

Prenons d'abord les phénomènes magnétiques ; Maxwell admet que tout milieu susceptible de transmettre la force magnétique est constitué par la réunion de corpuscules ou cellules sphériques susceptibles de tourner. Sous l'influence de l'action magnétique, ces cellules prennent autour des lignes de force comme axes, un mouvement de rota-

tion dont le sens et la vitesse déterminent le sens et l'intensité de l'action.

Maxwell se représente donc un champ magnétique comme rempli de tourbillons moléculaires tournant tous dans le même sens et autour d'axes qui sont parallèles lorsque le champ est uniforme. Par suite du mouvement de rotation, ces tourbillons tendent à se contracter suivant l'axe et à se dilater suivant l'équateur. Les lignes de force tendent donc à se raccourcir en se repoussant latéralement : on retombe ainsi sur l'hypothèse par laquelle Faraday expliquait les actions magnétiques.

Mais cela ne suffit pas à rendre compte de la transmission de la force magnétique dans le champ, au moment où celui-ci est créé. On conçoit bien, en effet, qu'un corps animé d'un mouvement de rotation puisse entraîner un corps semblable placé à côté de lui ; mais les deux corps tourneront alors en sens inverse, tandis que, suivant l'hypothèse de Maxwell, tous les tourbillons tournent dans le même sens.

Il introduisit alors une nouvelle supposition : entre les cellules tourbillonnantes existent des particules sphériques pouvant rouler sans glisser et servant à transmettre le mouvement d'un tourbillon à un autre sans modifier le sens de la rotation.

Ces particules constitueraient l'électricité, et l'ensemble des cellules et des particules électriques ne serait autre chose que l'éther. Ainsi, pour Maxwell, l'électricité imprégnerait la masse de l'éther comme l'eau imprègne une éponge et l'éther, constitué comme on vient de le dire, imprégnerait à son tour les molécules matérielles, dont les dimensions seraient d'ailleurs considérables par rapport à celles des particules éthérées.

Le milieu hypothétique de Maxwell explique également les actions électriques. Il suffit pour cela d'admettre que dans les diélectriques les particules électriques ne peuvent subir que de faibles déplacements et sont arrêtées par

les réactions élastiques qui correspondent à la force électrique en chaque point du champ.

Si, au contraire, on admet, comme nous l'avons dit plus haut, que dans les conducteurs les déplacements électriques n'éprouvent plus de résistance élastique, on aura l'explication des courants de conduction et en même temps des actions électromagnétiques et des phénomènes d'induction.

Prenons un conducteur cylindrique parcouru par un courant constant et considérons sa surface de séparation avec le diélectrique environnant. L'électricité qui se déplace dans le conducteur tend à entraîner celle du diélectrique, mais comme celle-ci ne peut abandonner les cellules, on voit que le courant aura pour effet de faire tourner chaque cellule autour d'un axe perpendiculaire au plan qui contient la cellule et le fil. Toutes les cellules situées sur un même cercle concentrique au fil se mettent donc à tourner et le mouvement se transmet de proche en proche, en donnant une série d'anneaux roulant à la façon d'un tore en caoutchouc qui se déplace le long d'un bâton. Les axes des cellules représentant les lignes de force du champ magnétique, on voit que le courant doit produire un champ magnétique dont les lignes de force sont des cercles ayant leurs centres sur l'axe du fil.

On voit aussi que, par suite de l'élasticité, les particules électriques se déplaceront un peu avant de transmettre le mouvement, de sorte qu'en même temps que le champ magnétique, le courant produira des courants de déplacement, c'est-à-dire un champ électrostatique, ce qui est encore conforme à l'expérience.

Ces deux champs sont inséparables et toute variation de l'un se traduit par une variation de l'autre. Leurs intensités en un même point sont perpendiculaires l'une à l'autre ; car, d'après ce qui précède, l'intensité du champ électrique est parallèle au fil conducteur, tandis que l'intensité du champ magnétique est normale au plan formé par ces deux parallèles.

Nous venons de voir comment s'explique la production d'un champ magnétique par un courant. On expliquera tout aussi facilement la production d'un courant au moyen d'un champ magnétique, c'est-à-dire les phénomènes d'induction.

Le champ magnétique étant établi, si l'on y introduit un conducteur à l'état neutre, les cellules du diélectrique en contact avec sa surface extérieure entraînent l'électricité du conducteur. Il se produit donc un courant qui est d'abord superficiel et pénètre ensuite jusqu'à l'axe du conducteur. Ce courant est d'ailleurs temporaire, car le diélectrique ne fait que communiquer à l'électricité du conducteur une certaine vitesse qui est détruite peu à peu par la résistance de ce conducteur. On voit en somme que tout déplacement relatif du conducteur et du champ magnétique doit donner naissance à un courant : c'est le phénomène de l'induction.

Ces vérifications peuvent être étendues à tous les phénomènes électriques et magnétiques, de sorte que les hypothèses de Maxwell sur la constitution du milieu suffisent à expliquer tous les faits connus.

En faut-il conclure que ces hypothèses correspondent à la réalité ? Ce serait évidemment téméraire, car elles n'ont reçu aucune confirmation directe et rien ne prouve que des hypothèses tout à fait différentes ne rendraient pas aussi bien compte des phénomènes.

Si séduisantes que soient les hypothèses de Maxwell sur la constitution de l'éther, on ne peut méconnaître ce qu'elles ont d'artificiel, et c'est à coup sûr la partie de son œuvre qui est la moins solide.

(*A suivre.*)

J. BOULANGER,
Chef de bataillon du génie.

FORTIFICATIONS, ETC.

Armée et forteresses.

Le lieutenant-colonel Rocchi, du génie italien, a publié, dans la *Rivista militare italiana* (1er et 16 juin 1899), une intéressante étude dans laquelle il traite de la corrélation qui doit exister entre la stratégie et les places fortes. Il la termine par des considérations dont nous donnons ci-après le résumé.

Pour qu'une place forte puisse fournir un concours utile, soit dans la défensive, soit dans l'offensive, il faut non seulement qu'elle ait une organisation convenable, mais encore qu'elle soit maniée par une main sûre. Comme tout engin de guerre, une forteresse a une efficacité limitée, dont la connaissance est indispensable à qui doit l'employer. C'est non l'engin, mais le mauvais usage qu'il faut rendre responsable des désastres qui peuvent en résulter.

Les événements de guerre peuvent conduire un commandant d'armée à tirer parti d'une place qui tombe dans le rayon de ses opérations et à lui demander des services pour lesquels elle n'a pas été créée. Qu'un corps de troupe se jette dans une place d'arrêt, il lui impose par cela même un rôle que ne justifient ni son assiette ni son armement, et, par surcroît, il l'empêche de remplir convenablement le rôle qui importe au succès des opérations.

De même d'une tête de pont. Le point de rassemblement de l'armée est non à son intérieur, mais au delà du fleuve. Si donc l'armée en retraite se jette dans la place, elle se prive de l'avantage, bien plus précieux, de rester en relation avec le pays, où elle aurait pu se ravitailler en hommes et en ressources.

Une fois investies, les troupes qui y sont enfermées ne pourront recevoir aucun renfort ni se faire une trouée; elles épuiseront bien vite les ressources de la place qui se rendra prématurément. Le rôle de place de refuge, auquel elle se prête si mal, sera bien mieux rempli par une forteresse située sur un théâtre

de guerre secondaire dans un grand État, ou par le réduit défensif d'un petit État.

On peut donc poser en principe que, dans aucune circonstance de guerre, une forteresse ne doit être détournée du rôle en vue duquel elle a été construite.

Dans le cas d'une tête de pont, par exemple, les troupes en retraite doivent exécuter leur passage avec la plus grande rapidité et traverser sans arrêt la place, soit pour battre en retraite, soit pour reprendre l'offensive à l'improviste, en tirant parti des passages situés sous le canon de la place. Le but de celle-ci se réduit à interdire à l'adversaire le passage de l'obstacle, à fournir et à conserver à l'armée d'opérations un point de passage convenable.

Dans chaque cas, et conformément au principe énoncé ci-dessus, il faudra bien se rendre compte du rôle de la forteresse et du parti que peut en retirer l'armée d'opérations. En opérant ainsi, on clora toutes les polémiques sur le rôle funeste attribué aux forteresses, alors que les désastres dont elles ont été le théâtre doivent être imputés au mauvais usage qu'en ont fait les chefs d'armée.

Pour que, d'un autre côté, les places puissent rendre les services qu'on leur demande, il faut que leur organisation soit en rapport avec les exigences d'ordre militaire.

L'ensemble et les détails doivent être étudiés au point de vue du rôle militaire, et non pas d'après les formes techniques.

Suivant le mot de Totleben, l'art de l'ingénieur militaire est lié intimement et d'une manière indissoluble avec la tactique. Faute de quoi, l'art défensif ne pourra sortir ni des incertitudes au milieu desquelles il se débat, ni de l'état d'infériorité relative qui se révèle, soit dans les appréciations défavorables dont la fortification est l'objet, soit dans la difficulté de lui faire suivre les progrès de l'art de la guerre.

Tandis que la stratégie et la tactique ont réussi à s'affranchir des formes théoriques et doctrinaires, l'art défensif est resté lié à des formes déterminées ; au point qu'on pourrait être tenté de croire que les principes de l'emploi de la fortification sont encore entourés d'incertitude, comme cela arrive généralement.

Cette incertitude apparente tient à deux causes. L'une, d'ordre tactique, est la difficulté de prévoir les combinaisons de l'avenir

et de trouver la disposition qui conviendra le mieux aux conditions futures. L'autre est d'ordre technique. Avec le progrès rapide des moyens d'attaque, que restera-t-il, au bout de quelques années, de l'efficacité des constructions nouvelles, élevées avec toutes les ressources de l'industrie moderne? Ce sera bien pis si l'ingénieur est pressé par le temps ou par le manque d'argent.

Faut-il donc, pour éviter ce vieillissement rapide de la fortification, en remettre la construction au moment qui précède immédiatement les hostilités? Non, évidemment.

D'abord pour des raisons d'ordre technique, telles que l'impossibilité de concilier la résistance avec la rapidité d'exécution ; ensuite, pour des raisons d'ordre administratif, les opérations militaires absorbant toute l'activité de cette période, dont le tumulte est d'ailleurs inconciliable avec le calme nécessaire à l'exécution de ces travaux.

La solution est ailleurs. Au lieu d'établir la fortification sur des formes *à priori,* il faut en déterminer les éléments en toute liberté, d'après les exigences de la position à défendre. Si, dans l'étude d'un problème défensif, on tient compte avant tout des conditions locales et du but à atteindre, on créera une organisation toujours susceptible d'être améliorée et dont l'utilité subsistera.

Des raisons techniques se joignent aux précédentes pour condamner les formes préétablies. Dans les grandes places organisées selon les idées en vigueur, le feu de l'infanterie ne peut acquérir, à l'heure de la lutte décisive, la supériorité qui lui est indispensable. On sacrifie trop à la protection et on ne laisse rien à l'infanterie dans ces points d'appui si coûteux qui absorbent, en fait, presque toutes les ressources financières. Aussi est-on conduit à négliger la préparation du terrain en avant de la ligne principale de résistance. Les intervalles des points d'appui devraient être aménagés de manière à recevoir, au moment décisif, de longues lignes de tireurs. D'autre part, il faudrait organiser le terrain en arrière en vue de fournir les renforts et les soutiens à la ligne principale de combat.

En assurant la liberté d'action au tir d'artillerie et d'infanterie, déblayant le terrain en avant, facilitant le mouvement dans toutes les directions, procurant aux ailes un appui, on créerait des forteresses bien moins exposées à vieillir que celles dans

lesquelles toute l'activité de la défense se concentre dans quelques ouvrages organisés selon les exigences techniques du moment.

En un mot, il faut vivifier les organisations défensives par les préceptes de la tactique, et utiliser les ressources de la fortification moderne, non selon des formes et des types préétablis, mais de manière à satisfaire aux exigences du combat moderne.

Espérons que l'auteur ne s'en tiendra pas à ces généralités et qu'il voudra bien montrer, par quelques exemples, comment il comprend cette solution nouvelle du problème de la fortification.

L. B.

Forts autour de Metz.

D'après divers journaux, quatre nouveaux forts vont être élevés autour de Metz : l'un sur la côte Saint-Blaise, à l'est d'Ancy-sur-Moselle ; le second au bois de Gorgimont (adjugé 3 600 000 marks) ; le troisième à Saulny, à l'ouest de Woippy (2 800 000 marks) ; le quatrième à Gentrange, près de Thionville (adjugé 2 800 000 marks). Les travaux du Saint-Blaise ont été commencés le 15 avril. On a installé pour le transport des matériaux, entre Ancy et le fort, un chemin de fer aérien qui sera repris par l'État à la fin des travaux.

La *Gazette de Cologne* indique comme suit les considérations qui ont donné lieu à l'établissement de ces ouvrages défensifs :

Metz a conservé jusqu'à présent son ancienne et étroite enceinte. Mais, dans ces dernières années, on a acquis la conviction, au point de vue militaire, que ces fortifications ne pourraient rendre de services dans une guerre à venir. Aussi s'est-on décidé pour la construction, au large de Metz, et notamment dans le nord-ouest et le sud-ouest, de grandes fortifications du genre des forts d'arrêt.

Le fort d'arrêt principal, que S. M. l'empereur a baptisé « Comte de Hæseler », sera placé sur le mont Saint-Blaise, d'une altitude de 400 m, au sud-ouest de Metz, sur la Moselle. Cette hauteur, intéressante aussi au point de vue historique, car à ses pieds se trouvent encore les débris d'un aqueduc romain, est le point le plus élevé des alentours de Metz, des avant-postes de la vallée supérieure de la Moselle. A peu près à égale distance de

Metz et de la station française Pagny-sur-Moselle — environ 9 km, et la frontière elle-même est considérablement plus rapprochée — la nouvelle fortification dominera complètement la voie ferrée allant de Metz au sud-ouest vers la France, avec ses embranchements en France — ceux du sud vers Nancy, Toul et Paris, ceux du nord vers Conflans, Longuyon, etc., et, en cas de nécessité, elle pourra détruire en peu de temps les localités et stations de Pagny et d'Arnaville.

Toute la contrée du côté de Pont-à-Mousson sera dorénavant dans le rayon d'action des canons allemands de Saint-Blaise. Il doit aussi être établi de nouvelles fortifications au nord-ouest de Metz, au nord de celles existant jusqu'à présent. Ici se trouvaient jusqu'à ce jour, à une distance importante de la ville, les fortifications du mont Saint-Quentin, à l'altitude de 357 m, le Belfort de Metz, et les fortifications des hauteurs de Plappeville, à 341 m d'altitude. Actuellement, il doit être construit, encore plus au nord, au-dessus de la localité de Saulny, un nouveau fort, à la cote 285 m. Ce nouvel ouvrage dominera les voies ferrées allant de Metz dans la direction du nord, aussi bien la ligne Metz-Thionville que celle qui, par Amanvillers, va directement vers la France, ainsi que la grande route conduisant en France par Woippy et Saint-Privat. Ainsi, dorénavant, toutes les lignes de chemins de fer et les routes les plus importantes conduisant en France seront sous le commandement immédiat des canons allemands. Des fortifications de moindre étendue et importance seront encore établies sur d'autres points des alentours de Metz.

On se propose aussi de construire un fort d'arrêt sur le mont Gentrange, près de Thionville. Alors les murailles de cette ville pourront aussi tomber, et cela à son avantage incomparable. Alors, en effet, le point central du territoire industriel lorrain pourra se développer sans entraves.

En présence de ces bouleversements, on réclame aujourd'hui à Strasbourg, toujours avec plus d'énergie, la démolition des remparts qui, malgré leur large développement, s'opposent en nombre de points à l'accroissement de la ville.

ORGANISATION, ETC.

Sur la séparation des carrières dans l'arme du génie.

La *Revue du génie* a brièvement analysé une note dans laquelle le lieutenant-colonel Rocchi, de l'armée italienne, faisait ressortir le profit que retire l'officier du génie de la pratique des constructions militaires, au point de vue de sa préparation au service de guerre. Dans une autre étude, publiée par la *Rivista di artiglieria e genio* (mai 1899), le colonel Caveglia développe le même sujet et montre combien il serait nuisible au bien du service de séparer les officiers du génie en deux catégories distinctes, l'une de combattants, l'autre d'ingénieurs. Certaines considérations présentées par l'auteur sont spéciales à l'armée italienne ; nous les laisserons de côté en nous bornant à analyser celles qui présentent un caractère général et sont applicables à toutes les armées.

L'arme du génie en campagne est chargée :

D'établir, d'interrompre et de détruire les communications de toute espèce ; d'organiser défensivement le terrain, d'exécuter des travaux de fortification plus ou moins étendus, selon le temps et les ressources disponibles ; d'organiser les camps, les lignes télégraphiques, téléphoniques, optiques, les dispositifs destinés à faciliter les transports, tels que plans inclinés, câbles aériens, appareils de levage ; des observatoires élevés, fixes ou mobiles (ballons) ; d'éclairer le terrain en vue des opérations de nuit ; d'appliquer la photographie aux reconnaissances ; d'utiliser les locomotives des voies ferrées et routières en l'absence du personnel civil qui en est spécialement chargé.

Tous ces travaux, qui prennent plus ou moins de développement selon qu'il s'agit de guerre de campagne, de siège ou de montagne, ont pour caractère essentiel de dépendre étroitement des ressources techniques. Les commandants des troupes doivent subordonner leurs dispositions stratégiques ou tactiques à la possibilité matérielle de les réaliser en tenant compte des conditions

matérielles : il leur faut donc recourir aux informations que peuvent leur fournir les officiers compétents, autrement dit les officiers du génie. Ceux-ci doivent être, de leur côté, constamment préparés à ce rôle de conseillers techniques, à donner avec rapidité et exactitude les indications relatives à la possibilité d'exécution d'un travail déterminé, au temps, au personnel, aux matériaux nécessaires et aux résultats qu'on peut en attendre.

De là résultent la difficulté d'un pareil rôle, la lourde responsabilité qu'il impose, la nécessité pour l'officier du génie de posséder une instruction technique étendue et une connaissance pratique.

Mais ce n'est pas tout. Il lui faut encore posséder des connaissances militaires à raison de son grade, de manière à pouvoir suivre la pensée du commandement et à faire concourir les ressources techniques au succès des opérations de guerre, soit par ses conseils, soit par son initiative.

Parmi les attributions de l'arme du génie, les unes comportent l'emploi de matériel préparé à l'avance et transporté ou bien improvisé sur place, mais mis en œuvre selon des procédés étudiés en temps de paix; les autres comportent l'établissement de constructions des caractères les plus divers, selon la nature des matériaux.

La mise en œuvre des objets de la première catégorie peut, à la rigueur, être confiée à des officiers possédant une parfaite connaissance des instructions réglementaires, alliée à un sens pratique indispensable pour l'adaptation des manœuvres aux cas particuliers. Mais la préparation de ce matériel exige des connaissances d'ordre plus élevé : tel est le cas pour les ponts d'équipage, la superstructure des voies ferrées et de leurs accessoires, l'établissement des lignes télégraphiques, l'emploi des appareils pour les transmissions de signaux, reconnaissances, éclairage, etc.

Les travaux de la seconde catégorie comprennent, entre autres, la construction, réparation et démolition des voies ferrées, des ponts de circonstance de toute espèce, les travaux de campement les plus importants, ceux de fortification de guerre de campagne ou de guerre de siège, les installations mécaniques pour les transports, les observatoires; en un mot, tout ce qui implique la mise en œuvre de matériaux trouvés sur place et non préparés

à l'avance. Tous ces travaux sont de la plus grande variété, en raison des conditions locales et de la nature des matériaux dont on dispose. Pour les exécuter, il faut des ouvriers exercés qui existent dans les troupes techniques ; pour projeter et diriger l'un d'eux en particulier, il suffit parfois d'être un spécialiste ; mais, pour improviser indifféremment l'un quelconque d'entre eux, il faut être un ingénieur, c'est-à-dire avoir fait de l'étude et de la pratique.

Si l'on considère en outre que l'officier du génie doit être apte également aux travaux de la première, de la seconde catégorie, que celui qui peut le plus peut le moins, que la pratique dans les choses faciles est le meilleur apprentissage pour les choses difficiles, on conclut que l'ingénieur militaire doit être à la fois constructeur et spécialiste technique, à hauteur de toutes les difficultés que présentent le terrain et les circonstances.

L'officier du génie doit être l'ingénieur de l'armée en campagne, aux places et aux sièges, et sa préparation du temps de paix doit le mettre à même de satisfaire à ces exigences indiscutables.

Or, les occupations de l'officier du génie en temps de paix sont les suivantes :

Études, projets et direction de travaux relatifs à la défense du territoire et des côtes, à l'établissement et à l'amélioration du casernement, des constructions de la marine, construction, manutention et administration du matériel du génie de campagne, des troupes et des places, etc.

L'emploi des fortifications, les procédés de la défense et l'attaque comportent des connaissances militaires et techniques. Les avoir étudiées de très près et avoir dirigé les travaux, voilà la meilleure garantie d'aptitude pour ceux qui auront à les attaquer ou à les défendre : c'est dans leur pratique qu'ils trouveront, au cours de la défense elle-même, les moyens les plus convenables d'en augmenter la force ou de réparer les dégâts causés par l'ennemi.

Les relations étroites entre les fortifications de campagne et les fortifications permanentes, au point de vue de l'emploi, de la forme et des principes fondamentaux, impliquent la nécessité de confier l'étude et la construction des unes et des autres à un officier du génie.

Celui-ci, qu'il appartienne aux troupes ou à l'état-major des

grandes unités, doit donc être un constructeur, et on ne doit rien négliger de ce qui est de nature à développer, à perfectionner et à maintenir en lui cette aptitude.

Celle-ci s'acquiert par l'étude et par la pratique. L'étude permet de généraliser les résultats donnés par l'expérience, met à même d'affronter des problèmes nouveaux et de passer facilement de l'un à l'autre avec chances de succès. Cette élasticité, cette souplesse est encore plus nécessaire pour le constructeur militaire, qui doit entreprendre des travaux très divers, que pour le constructeur civil, qui peut se spécialiser.

En ce qui concerne la fortification, son étude impose aux officiers du génie l'obligation de se tenir au courant des progrès de l'art militaire et en particulier de l'artillerie ; la construction développe et perfectionne les aptitudes pratiques essentielles à l'accomplissement du service aux armées.

Mais il convient de remarquer que les chantiers de fortification sont le théâtre d'une activité très inégale, selon le temps, les conditions politiques et financières, les progrès de l'armement ; parfois, tous les travaux se limitent au remaniement des ouvrages existants ou tout au plus à des constructions provisoires. Ainsi, pendant des années, les officiers du génie ne trouveraient pas l'occasion d'acquérir l'habileté pratique qui leur est nécessaire.

Il convient donc que leurs attributions du temps de paix ne soient pas limitées aux fortifications et qu'elles s'étendent aux constructions de tout genre. Les formes et les dimensions sont différentes, mais les matériaux restent les mêmes, et la pratique acquise concourt utilement à la préparation technique de l'officier du génie aux armées.

Une manutention, un hôpital, un canal, une conduite d'eau et autres constructions de ce genre, destinées aux usages militaires, peuvent, à coup sûr, être confiées à un ingénieur civil ; il en est de même des casernes et des magasins. Mais alors, où l'officier du génie va-t-il acquérir la pratique des constructions qui lui est nécessaire ?

Les travaux d'amélioration des bâtiments existants, quoique moins importants que les travaux neufs, n'en sont pas moins utiles ; ils sont, en effet, plus fréquents et ils procurent la connaissance pratique des matériaux ; peut-être même sont-ils plus

instructifs, à cause des difficultés imprévues auxquelles ils donnent lieu et qui exercent l'ingéniosité du constructeur.

En résumé, le nombre des officiers du génie est déterminé par les besoins de la mobilisation ; dès lors, il est logique de les utiliser pour l'exécution de travaux où ils acquièrent en outre l'expérience pratique. Il y a plus : lorsque les chantiers de travaux militaires ne suffisent plus à les occuper, il conviendrait de faire participer les officiers du génie à l'exécution de travaux civils.

Les partisans de la séparation des carrières dans les armes spéciales mettent en avant un autre argument : « Les occupations multiples des officiers du génie, disent-ils, les responsabilités d'ordre technique et administratif qui n'ont aucun rapport avec l'art de la guerre, les détournent de l'étude et de la pratique des travaux ; le temps passé dans les places ne contribue en rien à leur donner les qualités nécessaires au commandement. »

Cette observation est fondée jusqu'à un certain point ; mais il importe de remarquer que l'officier passe alternativement à l'état-major particulier et dans les troupes ; puis, les études de fortification sont en corrélation étroite avec l'art de la guerre. Ensuite, l'habitude de la réflexion, de l'analyse et de la synthèse entretient la vigueur d'esprit et maintient l'aptitude au commandement.

D'ailleurs, si l'on trouve que la préparation militaire des officiers du génie souffre de l'état de choses actuel, il est facile d'y remédier. Il suffit de veiller à ce que leur nombre ne soit pas constamment inférieur aux besoins du service ; alors on pourra en faire participer une plus forte proportion aux occupations purement militaires. Enfin on pourrait alléger leurs attributions administratives, sans porter préjudice, d'ailleurs, au service technique qui leur est confié en temps de paix.

SCIENCES MATHÉMATIQUES, ETC.

M. D'OCAGNE. — *Traité de nomographie. Théorie des abaques. Applications pratiques.* 1899. 1-8, 494 p., 46 fig., 1 pl. — Paris, chez Gauthier-Villars. Br. 14 fr ; rel. 17 fr.

L'ouvrage publié en 1891, sous le titre : *Nomographie. Les calculs usuels effectués au moyen des abaques,* avait 100 pages et 46 figures. Le *Traité de nomographie* de 1899 compte 494 pages et 179 figures. Cette simple comparaison, en faisant ressortir un accroissement du quadruple, suffirait à elle seule à marquer le chemin parcouru dans ces huit dernières années par le corps de doctrine dont M. d'Ocagne s'est fait le parrain et qui, grâce à l'impulsion qu'il lui a imprimée, est en voie de rencontrer les plus beaux succès.

L'époque actuelle est, du reste, des plus favorables au développement d'un art qui vient, comme la mécanique de précision, fournir à l'ingénieur un auxiliaire commode, lui permettant d'exécuter en un instant des calculs qui, autrement, exigeraient des heures entières, sans garantir contre les chances d'erreur. L'approximation ainsi obtenue est limitée sans doute au centième environ ; mais, outre qu'elle satisfait pleinement le praticien, elle fournit aux amateurs d'une précision supérieure une première valeur qui permet d'en déduire d'autres plus rapprochées.

Quittons cette digression presque superflue, car tous les ingénieurs, sauf de rares exceptions, sont convaincus aujourd'hui de l'utilité des abaques, et revenons à l'ouvrage dans lequel M. d'Ocagne a condensé, sous sa forme définitive, le résultat de recherches poursuivies depuis quinze ans.

Son traité comprend six chapitres.

Le premier s'ouvre sur la question, bien simple en apparence, assez complexe en réalité, des échelles graduées, qui forment l'élément essentiel des abaques, et auxquelles l'auteur consacre seize pages que le lecteur ne trouvera pas trop longues.

Il passe ensuite aux équations à deux variables, qui, sans faire précisément partie des abaques, s'y rattachent étroitement et en forment la meilleure introduction. Elles sont susceptibles de deux représentations distinctes. Dans l'une, les deux échelles sont accolées; on en a un exemple dans les tables graphiques de logarithmes, si commodes et malheureusement si peu répandues. Il y aurait peu de chose à dire de ces échelles à double graduation, si la relation entre les deux variables était toujours explicite; l'auteur donne un exemple intéressant du cas où cette condition n'est pas satisfaite.

L'autre mode de représentation, qui dérive du système cartésien de coordonnées, est susceptible de transformations très diverses, dont il nous suffira de citer les abaques avec transparent, les abaques à échelles mobiles, les abaques anamorphosés.

Les abaques les plus usuels, ceux à trois variables au plus, se rangent aussi sous deux grandes catégories, que l'auteur appelle abaques à entrecroisement et abaques à alignement.

Ceux de la première espèce, auxquels est consacré le chapitre II, sont les plus importants au point de vue historique; les premiers en date, ce sont eux qui ont fourni le nom générique ($\acute{\alpha}\delta\alpha\xi$ = damier). Ils peuvent être considérés comme représentant en projection cotée la surface $z = f(x, y)$. Lorsque les lignes de niveau

$$z = \text{constante}$$

sont courbes, il y a généralement avantage, au point de vue de l'exactitude et de la commodité, à modifier les graduations des deux échelles de manière à transformer ces lignes de niveau en droites : autrement dit, à *anamorphoser*, selon l'expression de Lalanne, l'inventeur de ce procédé si fécond. M. d'Ocagne montre la généralisation dont il est susceptible; il décrit aussi d'autres procédés, d'ordre plus pratique, tels que : l'emploi des transparents qui permettent de supprimer le quadrillage, cause de gêne et d'erreur; le fractionnement des échelles; leur disposition sous des angles de 60° (abaques hexagonaux de M. Lallemand), etc.

Dans les abaques à alignement, qui occupent le chapitre III, la correspondance entre les échelles des trois variables s'effectue par l'intermédiaire d'une ligne transversale, qui est généralement une droite, pratiquement réalisée par un fil tendu.

La diversité s'établit dans la forme et la disposition relative des échelles. Rectilignes et parallèles, elles permettent de représenter l'équation linéaire $z = Ax + By + C$, à laquelle on peut ramener par anamorphose logarithmique l'équation monome

$$z = cx^{\alpha} y^{\beta}.$$

Par superposition et combinaison convenable de plusieurs échelles, on étend ce mode de représentation à des équations analogues d'un nombre quelconque de variables, ainsi que nous l'avons montré à l'occasion de notre abaque pour le calcul des distributions d'eau publié dans ce recueil [1]; M. d'Ocagne a bien voulu le reproduire dans son livre.

Par la combinaison d'échelles curvilignes entre elles ou avec des échelles rectilignes, on obtient une grande variété d'abaques; l'auteur en donne de nombreux exemples. Quelques-uns présentent une particularité remarquable : au lieu de se construire à l'aide d'une formule analytique, ils servent, au contraire, à déduire celle-ci d'un ensemble d'expériences. Il y a là une application des plus intéressantes, non seulement pour l'ingénieur, mais encore pour le savant.

Lorsqu'on a un système de deux équations entre trois variables, dont deux sont communes, il est possible de combiner ensemble les deux abaques auxquels elles donneraient lieu. Parmi les exemples qu'en donne M. d'Ocagne, dans son chapitre V, citons celui de l'abaque des triangles sphériques; de la distance de deux points sur la sphère; des profils de déblai et de remblai; des équations des 3^{e}, 4^{e} et 5^{e} degrés; enfin, les abaques à images logarithmiques.

La question qui se pose naturellement lorsqu'il s'agit de mettre une formule en abaque, est de savoir quelle forme il convient de lui donner. Cette question est fort complexe, comme on pouvait s'y attendre par cette seule considération que la même formule est susceptible de fournir des abaques très nombreux, telle la formule de la multiplication, dont M. d'Ocagne représente huit solutions graphiques. Aussi le chapitre VI et dernier, qui est

---

1. *Revue du génie*, 1894. Puisque l'occasion s'en présente, remercions l'École des ponts et chaussées de Paris et l'École d'application du génie de Lisbonne de l'honneur qu'elles nous ont fait en adoptant cet abaque pour les travaux pratiques de leurs élèves.

consacré à l'étude analytique de cette question, s'adresse plutôt aux mathématiciens qu'aux ingénieurs. A ceux-là nous conseillerons surtout de procéder par analogie, et, dans cette voie, ils devront surtout s'attacher à l'étude des cinq premiers chapitres, qui ne mettent en œuvre que la géométrie analytique la plus simple. Par les développements qu'ils renferment, par les exemples nombreux et attrayants mis à l'appui de la théorie, ils constituent un guide précieux dans le champ si vaste qu'il ne reste plus guère qu'à ensemencer, et qui promet la plus riche récolte.

L. B.

DIVERS.

J. DE LA LLAVE Y GARCIA. — *Lecciones de Artilleria, explicadas en la escuela superior de guerra.* 3e édition, 1898-1899. 3 vol. in-8°, 365 + 357 + 397 p., 203 fig. — Madrid, à l'École supérieure de guerre. 25 pesetas.

Nous avons eu déjà l'occasion de faire remarquer que le colonel de la Llave y Garcia, du génie espagnol, est chargé de professer non seulement la fortification, mais encore l'artillerie, à l'École de guerre de Madrid. On se ferait une bien fausse idée de l'activité et du caractère de cet officier distingué, si l'on supposait qu'il a envisagé comme une corvée cette seconde partie de sa mission. En réalité, il s'est occupé de l'artillerie avec goût pendant de nombreuses années, ainsi qu'il le déclare lui-même, *largo años de aficion;* et il l'a enseignée pendant neuf ans à l'Académie du génie. La meilleure preuve du goût, de la passion de l'auteur pour les questions de ce genre nous était fournie jusqu'à présent par ses études sur la balistique, que nous avons signalées précédemment, et en particulier par sa *Balistique abrégée,* qui renferme beaucoup de résultats et de tables dues au colonel de la Llave lui-même, et qui a mérité l'honneur d'être reproduite en grande partie dans notre *Revue d'artillerie.*

Une nouvelle preuve nous en est donnée par les leçons dont l'auteur nous donne aujourd'hui l'édition définitive et qui renferment la matière de son enseignement.

Le tome Ier débute par un bref historique de l'artillerie lisse, donne des notions de balistique amplifiées, mais dans lesquelles on trouve l'empreinte des méthodes les plus nouvelles, une étude des éléments de l'artillerie moderne, et enfin l'exposé de l'organisation des pièces selon le service auquel elles sont destinées.

Le tome II traite des projectiles, des fusées, des affûts, des divers procédés de pointage, de la dispersion et de la probabilité de tir, enfin des principes du tir et des méthodes de correction.

Le tome III renferme, enfin, la description du matériel d'ar-

tillerie des principales puissances militaires, description dans laquelle l'artillerie espagnole occupe naturellement la part la plus importante.

L'auteur explique lui-même la façon dont il a compris son cours. L'enseignement de l'artillerie à l'École supérieure de guerre, écrit-il dans sa préface, doit être surtout descriptif. Mais, pour que cette étude ne devienne ni fastidieuse, ni difficile, elle doit reposer sur des notions théoriques, qui forment la classification et l'analyse des éléments constitutifs du matériel. De cette manière, on peut simplifier notablement la description du matériel des principales puissances et insister seulement sur les particularités distinctives. D'autre part, l'étude de l'artillerie précédant celle de la fortification, on doit développer la partie relative aux projectiles et étudier ceux-ci au point de vue non seulement de leur constitution, mais encore de leurs effets. On a laissé de côté les études tactiques, qui appartiennent à un autre cours, et on s'en est tenu aux principes purement techniques du tir, en traitant la balistique à un point de vue à la fois élémentaire et pratique.

Il ne s'agit donc pas d'un *traité d'artillerie;* on a omis de parti pris les descriptions qui ne s'adresseraient qu'aux spécialistes, et l'on a eu seulement en vue l'intérêt de ceux qui visent moins à connaître le matériel et son emploi technique qu'à se bien pénétrer de son application tactique et des effets qu'il peut produire.

Ajoutons que l'auteur a rempli ce programme avec un talent et une compétence qui sont reconnus bien en dehors des limites de son pays. L. B.

G. Treille. — *Hygiène coloniale*. 1899. 1-8, 270 p. — Paris, chez Carré et Naud. Cart. toile, 5 fr.

Il en est de l'Européen aux colonies comme du nageur dans l'eau, comme de l'aéronaute dans l'air : les uns et les autres vivent d'une existence tout artificielle, sur bien des points contraire à leur nature. Il leur faut déployer une attention de tous les instants, prendre un ensemble de précautions minutieuses dont l'omission les conduit rapidement à leur perte.

C'est que tout est nouveau pour l'habitant de nos régions tempérées qui se trouve transplanté sous ces latitudes tropicales : ce soleil qui darde des rayons torrides et vaporise une énorme proportion d'eau; cette humidité qui sature l'air et cause, avec des sueurs abondantes, la déperdition du sel indispensable à la digestion, ces orages incessants dont l'électricité produit un effet énervant sur tout l'organisme, ces pluies torrentielles qui tombent sans interruption pendant des mois et transforment en marécages ou même en lacs d'immenses surfaces naguère brûlées par la sécheresse. Dans un semblable milieu, l'anémie et la dyspepsie arrivent promptement et ouvrent la porte à tout un cortège de maladies aiguës. Aussi, le mépris de l'hygiène, nuisible partout, est-il funeste dans ces régions; aussi est-il de première nécessité d'en connaître les préceptes, afin de profiter d'une expérience dont les premiers colons ont fait les frais.

A ces règles, dont l'ensemble constitue l'hygiène coloniale, le docteur Treille a consacré un ouvrage qui condense les résultats d'une longue pratique, de nombreux voyages et, enfin, d'un séjour de sept années à la tête du service de santé du ministère des colonies.

Après avoir décrit les caractères du climat tropical et examiné les facteurs qui le composent, il passe en revue leurs effets sur l'organisme et sur les troubles physiologiques qu'ils entraînent. Il fait voir comment ces traits généraux se modifient dans les diverses colonies françaises : Tonkin, Annam, Cambodge, Cochinchine, Soudan, Gabon, Congo, Madagascar et dépendances.

Ces prémisses posées, il développe les principes de l'hygiène, tant publique que privée. De l'alimentation et du régime nous ne dirons rien, sinon qu'ils sont traités avec tous les détails qu'ils méritent; mais nous indiquerons brièvement la manière dont le docteur Treille traite le problème de l'habitation. Concernant le choix de l'emplacement, il donne des règles qui, malheureusement, ne sont pas toujours conciliables avec les nécessités locales; il prescrit d'effectuer un drainage profond, destiné à procurer l'asséchement du sol. Il montre quelle orientation il convient de donner à l'habitation et met en garde contre des erreurs grossières commises dans les débuts; il fait ressortir les inconvénients et même les périls du bois, et les avantages de la maçonnerie; il admet toutefois le métal, mais comme pis-aller,

et en subordonne l'emploi à certaines précautions, telles que celle de la double paroi. Le mobilier lui-même doit satisfaire à certaines conditions spéciales que l'auteur passe en revue. Le lit, par exemple, pour fournir une surface suffisamment fraîche et favorable à un sommeil réparateur, doit avoir une largeur de 1,50 m au minimum, et mieux encore de 2 m.

Les conditions ci-dessus sont malheureusement trop négligées, faute de les connaître, faute aussi des ressources nécessaires. Le docteur Treille stigmatise la négligence dont nos colonies fournissent trop d'exemples; il lui oppose la manière de faire tout opposée à laquelle les Anglais doivent de si brillants succès, et indique les réformes urgentes à réaliser dans cette voie.

Cette brève analyse montrera, nous l'espérons, le profit que peuvent retirer d'un semblable livre ceux de nos camarades, en assez grand nombre, que leur service appelle aux colonies, pour le succès de la mission qui leur est confiée et pour eux-mêmes, deux résultats inséparables l'un de l'autre.

L. B.

DOCUMENTS OFFICIELS

ET

ADMINISTRATIFS

D'AVRIL A JUILLET 1899

28 avril. — *Description d'une vareuse pour les officiers et assimilés, adjudants et employés militaires de toutes les armes et de tous les services, qui emportent cet effet en campagne.* (Direction de l'intendance; Bureau de l'habillement.) [*B. O.*, p. r., p. 344 à 351.] (*Analyse.*)

Description de la vareuse en drap du dolman et de même couleur portée en campagne par les adjoints du génie, les ouvriers d'état et les portiers-consignes.

Les marques distinctives du collet sont les suivantes :

ADJOINTS DU GÉNIE.

Chaque écusson, en drap du fond (longueur : 60 mm) est orné, sur son bord vertical, de la broderie d'encadrement spéciale à chaque classe, accompagnée de l'attribut du génie (cuirasse traversée d'une massue et surmontée d'un pot en tête); l'attribut (longueur : 33 mm; plus grande hauteur : 18 mm) est placé en arrière de la broderie et horizontalement sur le milieu de la patte.

Toutes les broderies sont en cannetille et filé d'or, sans aucune paillette.

OUVRIERS D'ÉTAT.

Les écussons, en drap du fond, portent l'attribut du génie, estampé en métal de la couleur du bouton.

PORTIERS-CONSIGNES ET BATELIERS AIDES-PORTIERS.

Les écussons, en drap du fond, portent une étoile à cinq branches brodée en soie jaune (diamètre : 20 mm).

18 mai. — *Au sujet de l'instruction des affaires contentieuses concernant l'administration de la guerre.* (Ministère de la guerre ; Direction du contentieux, aux préfets.) [*Analyse.*]

Il appartient au conseil de préfecture d'ordonner les divers actes de procédure ayant pour point de départ les requêtes introductives d'instances.

Le préfet a seul qualité pour représenter l'État comme demandeur ou défendeur devant le conseil de préfecture ; il doit signer au nom de l'État les conclusions, les répliques et observations produites par l'administration de la guerre. Il doit informer le directeur du service local de la date du dépôt de ces divers documents. Il communique dans la huitaine tout arrêté du conseil de préfecture au directeur du service local qui le transmet au Ministre avec son rapport, et retourne au préfet la décision du Ministre relative au pourvoi qu'il y a lieu de former. Le préfet envoie au Ministre, dans le plus bref délai, copie de la notification de l'arrêté qu'il fait à la partie adverse, et les significations de celle-ci.

---

19 juin. — *Lettre d'envoi de la circulaire ci-dessus aux directeurs au génie.* (4e Direction ; Bureau du matériel.)

---

7 juin. — *Circulaire relative à la convocation en 1899 des officiers et adjoints de l'état-major particulier du génie appartenant à la réserve et à l'armée territoriale.* (Direction du génie ; Bureau du personnel.) [*B. O.*, p. s., p. 523 à 525.] (*Analyse.*)

Cette circulaire indique la façon dont aura lieu, en 1899 et avant la fin d'octobre prochain, l'appel des officiers et des adjoints de l'état-major particulier du génie appartenant à la réserve de l'armée active ou à l'armée territoriale.

Elle fixe en outre l'état de répartition des crédits affectés à cette convocation.

---

14 juin. — *Circulaire relative à l'approbation des marchés.* (Direction du contrôle; Service spécial du contrôle.) [*B. O.*, p. r., p. 415 et 416.] (*In-extenso.*)

Sont approuvés par le directeur local :

1° Les marchés passés par adjudication publique satisfaisant à cette triple condition qu'un prix-limite ait été fixé par le Ministre, qu'il se soit présenté plusieurs soumissionnaires et qu'il ne se soit produit aucune réclamation ;

2° Les marchés conclus de gré à gré dont la valeur ne dépasse pas 5 000 fr.

Pour les marchés passés par adjudication publique, le directeur local peut déléguer ses pouvoirs au membre technique de la commission d'adjudication.

Sont approuvés par le Ministre :

1° Les marchés passés par adjudication publique, lorsqu'il n'a pas été fixé de prix-limite ou lorsqu'il ne s'est présenté qu'un seul soumissionnaire ou encore lorsqu'il s'est produit des réclamations;

2° Tous les marchés conclus de gré à gré dont la valeur dépasse 5 000 fr.

Les délais dans lesquels l'approbation doit être notifiée aux contractants sont au maximum de trente jours lorsqu'elle est réservée au Ministre, de dix jours dans les autres cas.

Lorsque l'approbation n'a pas été notifiée dans ces délais, le contractant est libre de renoncer au marché ; il ne lui est dû aucune indemnité.

---

14 juin. — *Circulaire indiquant l'effectif et l'emploi des télégraphistes du génie de France. (Modifications aux prescriptions de la circulaire du 17 décembre 1897, non insérée.)* (Direction du génie; Bureau du personnel.) [*B. O.*, p. r., p. 416 et 417.] (*In extenso.*)

Mon cher Général, j'ai l'honneur de vous faire connaître que le nombre de télégraphistes titulaires à entretenir par les troupes du génie en France en sus de leur effectif normal, qui avait été fixé à 225 (dont 17 mécaniciens), par la lettre collective du

17 décembre 1897, sera porté, à dater du 1er octobre prochain, à 241 hommes (dont 17 mécaniciens), comprenant :

21	sergents au lieu de . .	20
38	caporaux au lieu de. .	35
182	sapeurs au lieu de . .	170
Totaux : 241	hommes au lieu de . .	225

Les 16 télégraphistes supplémentaires sont destinés, savoir :

1 sergent et 2 caporaux à l'École de télégraphie militaire du Mont-Valérien ;

1 caporal et 12 sapeurs à la direction du génie de Grenoble, qui assurera désormais, en temps de paix, le service des réseaux électriques du commandement dans celles des places fortes du groupe de défense de Grenoble qui ressortissaient encore à l'artillerie pour ce service.

Il y a lieu de rectifier en conséquence les indications contenues dans la lettre collective du 17 décembre 1897 et de la note jointe, soit pour la désignation des places fortes dans lesquelles le génie desservira les réseaux du commandement en temps de paix, soit pour les effectifs assignés aux deux groupes de télégraphistes de l'École du Mont-Valérien et de la direction du génie de Grenoble.

M. le gouverneur militaire de Lyon est chargé de donner aux chefs de service intéressés de l'artillerie et du génie les ordres nécessaires pour assurer l'exécution de la présente décision.

---

2 juillet. — *Prix d'encouragement de 1898.* (*J. O.*, juillet 1899.)

[*In extenso.*]

Sur la proposition du comité technique du génie, le Ministre de la guerre a fixé ainsi qu'il suit les récompenses à accorder aux officiers du génie qui ont présenté des travaux pour le concours ouvert, en 1898, au prix d'encouragement à décerner, chaque année, en vertu de la décision ministérielle du 17 janvier 1863 :

Une médaille d'or de la valeur de 1 500 fr à M. le lieutenant-colonel Lerosey, de la section technique du génie, pour ses *Études concernant l'emploi du béton armé dans les constructions militaires ou civiles.*

Une mention honorable à M. le capitaine Borgoltz, de la chefferie du matériel du génie, pour son *Projet d'équipage de ponts avec bateaux divisibles et insubmersibles.*

PROMOTIONS, MUTATIONS ET RADIATIONS

Du 10 juin au 13 juillet 1899.

ÉTAT-MAJOR DE L'ARMÉE.

Général de brigade. — Promu *Général de division :* M. *Carette,* commandant du génie de la 15e région (10 juillet).

ARMÉE ACTIVE.

OFFICIERS.

Colonel. — Promu *Général de brigade :* M. *Papuchon,* commandant du génie de la 6e région (10 juillet).

Radiation : M. *Ligneau,* directeur à Versailles, retraité (3 juillet).

Lieutenants-Colonels. — MM. *Tétard,* directeur à Oran, maintenu dans sa situation actuelle. — *Crouzet,* hors cadres, au service géographique de l'armée, chef de la section des levés de précision, maintenu hors cadres audit service. — *Marcy,* directeur à Toul, maintenu dans sa situation actuelle. — *Ducray,* chef du bureau du matériel de la 4e direction au ministère de la guerre, maintenu dans sa situation actuelle (12 juillet).

Mutation : M. *Caruel,* chef du génie à Paris (rive gauche), nommé directeur du génie à Versailles (12 juillet).

Chefs de bataillon. — Promus *Lieutenants-colonels :* MM. *Delort,* chef du génie à Grenoble, maintenu dans sa situation actuelle. — *Gœlschy,* chef du génie à Nice, maintenu dans sa situation actuelle. — *Romieux,* hors cadres, au service géographique de l'armée, maintenu hors cadres audit service. — *Boullet,* au ministère de la guerre, personnel du génie, désigné pour le 4e rég. — *Malcor,* breveté, hors cadres, à l'état-major du 12e corps d'armée, maintenu hors cadres au service d'état-major. — *Rougier,* hors cadres, chef de la mission du

chemin de fer du Soudan, maintenu hors cadres au Soudan. — *Capiomont*, officier d'ordonnance de M. le général Saussier, maintenu dans sa situation actuelle (12 juillet).

Mutations : MM. *Bérard*, chef du génie à Verdun, nommé chef du génie à Paris (rive gauche). — *Ringenbach*, chef du génie au Havre, nommé chef du génie à Verdun (12 juillet).

Radiation : M. *Lecomte* (L. A.), chef du génie à Rouen, retraité (1er juillet).

Capitaines en 1er. — Promus *Chefs de bataillon* : MM. *Berra*, faisant fonctions de major au 7e rég., à Avignon, nommé major audit rég. — *Coudere de Foulongue*, au service géographique de l'armée, à Paris, maintenu audit service. — *Linel*, faisant fonctions de major au 4e rég., à Grenoble, nommé major audit rég. — *Érard*, officier d'ordonnance de M. le gouverneur d'Épinal, désigné pour la chefferie d'Épinal (provisoirement). — *Cayatte*, faisant fonctions de commandant de l'École du génie d'Avignon, nommé commandant de ladite école. — *Arnoux*, à Brest, nommé chef du génie au Havre (12 juillet).

RÉSERVE DE L'ARMÉE ACTIVE.

OFFICIERS.

Sous-lieutenants. — MM. *Labordère*, *Vasseur*, *Bodin*, *Lombard*, *Delemer*, *Vincent*, *Lefébure*, *Mayer*, promus lieutenants (24 juin). — MM. *Cahen*, *Liénard*, *Mallet*, *Grégoire*, *Rameye*, nommés sous-lieutenants (24 juin).

Radiations : MM. *Gœury*, *Robert*, démissionnaires (14 juin).

ADJOINTS.

Adjoint principal de 1re classe. — Radiation : M. *Domin*, à Auxonne, retraité (23 juin).

Adjoints principaux de 2e classe. — Promu *Adjoint principal de 1re classe* : M. *Lepage*, à Mascara, désigné pour la direction de Bordeaux (12 juillet).

Radiation : M. *Harmand*, au Havre, retraité (10 juillet).

Adjoints de 1re classe. — Promus *Adjoints principaux de 2e classe* : MM. *Gancel*, au service géographique à Paris. — *Klein*, au service géographique, brigade de Marseille. — *Georgeon*, au service géographique, brigade de Paris ; maintenus audit service (12 juillet).

Mutations : MM. *Colas*, à Amiens, désigné pour la direction de Lyon. — *Lherbier*, à Troyes, désigné pour la direction de Limoges (12 juillet).

Radiations : MM. *Hautrive,* à Dijon. — *Perrier* (V. F.), à Chambéry ; retraités (10 juillet).

ADJOINTS DE 2e CLASSE. — Promus *Adjoints de 1re classe :* MM. *Gallon,* à Périgueux, maintenu dans la direction de Limoges. — *Lerosey,* à Versailles, maintenu dans la direction de Versailles. — *Schmaltz,* au service géographique, brigade de Paris, maintenu audit service. — *Collot,* au ministère de la guerre, matériel du génie, maintenu dans sa situation actuelle. — *Salomé,* à l'École du génie d'Arras (12 juillet).

Mutations : M. *Biron,* à Médéa, désigné pour la direction de Tours (12 juillet).

Radiation : M. *Pélelot,* à Saint-Étienne, en non-activité pour infirmités temporaires (26 juin).

ADJOINTS DE 3e CLASSE. — Promus *Adjoints de 2e classe :* MM. *Maitret,* à Gap, maintenu dans la direction de Briançon. — *Morsaline,* à Châteauroux, désigné pour la direction de Grenoble. — *Lajoux,* hors cadres, au chemin de fer du Soudan, maintenu hors cadres, au Soudan. — *Jacot,* à Montmédy, désigné pour la direction de Clermont-Ferrand. — *Bill,* à Saint-Denis, maintenu dans la direction de Paris. *Huyum,* à Chambéry, maintenu dans la direction de Grenoble. — *Beaumont,* à Cherbourg, désigné pour la direction d'Amiens (12 juillet).

Mutations : MM. *Carrérechique,* à Granville, désigné pour la direction de Dijon. — *Sahoner,* à Bordeaux, désigné pour la direction de Rennes (12 juillet).

STAGIAIRES. — Promus *Adjoints de 3e classe :* MM. *Marion,* à Mâcon, maintenu dans la direction de Bourges. — *Rigal,* à Toulouse, maintenu dans la direction de Toulouse. — *Coulon,* au service géographique, brigade de Marseille, maintenu audit service. — *Huet,* à Maubeuge, maintenu dans la direction de Maubeuge. — *Dupont,* à La Fère, maintenu dans la direction de La Fère. — *Bâtissier,* hors cadres, au chemin de fer du Soudan, maintenu, hors cadres, au Soudan. — *Reinert,* au Havre, maintenu dans la direction de Rouen (12 juillet).

ARMÉE TERRITORIALE.

OFFICIERS.

CHEFS DE BATAILLON. — Radiations : M. *Courtin* (11 juin). — M. *Limasset* (22 juin).

CAPITAINE. — Radiation : M. *Chevallier-Girard* (11 juin).

SOUS-LIEUTENANTS. — Radiations : MM. *Bessèche, Marc,* démissionnaires (31 mai).

ADJOINTS.

ADJOINTS DE 1re CLASSE. — Radiations : M. *Fafin* (11 juin). — MM. *Javelot, Guilmart* (22 juin).

ADJOINT DE 2e CLASSE. — Radiations : MM. *Auclaire, Robin* (22 juin).

TABLEAUX D'AVANCEMENT POUR 1899 (*Suite*).

(*B. O.*, p. s., p. 653.)

CHEF DE BATAILLON. — Classé pour le grade de *Lieutenant-colonel* :

M. *Blanchecotte*, détaché au cabinet du Ministre de la guerre.

Le Gérant, CH. NORBERG.

NOUVELLES MÉTHODES GÉOGRAPHIQUES

RÉGION PARISIENNE ORIENTALE

PARIS
Ech 1:500000.

L'ARGONNE
Ech. 1:500 000
Routes prin.es

Echelle de 1:1000000

LA

GÉOGRAPHIE MILITAIRE

ET LES

NOUVELLES MÉTHODES GÉOGRAPHIQUES

(Suite et fin[1]*.)*

[PL. III.]

MORVAN ET PLATEAUX PRIMAIRES

On ne saurait considérer l'examen de la région du nord-est comme terminé, si on n'avait dit un mot des deux compartiments du sol qui l'encadrent : le *Morvan* et les *Plateaux primaires*. Ceux-ci, lors des grands mouvements tectoniques qui ont remanié l'architecture de l'Europe centrale pendant l'ère tertiaire, ont pris, par rapport à la Région parisienne qui s'affaissait, un mouvement de relèvement relatif qui les a fait entrer dans un nouveau cycle d'érosion énergique. Sous cette influence ils ont vu disparaître peu à peu le manteau de sédiments secondaires qui y recouvrait le substratum fourni par l'ancienne pénéplaine hercynienne, et celle-ci, mise à jour, fouillée par un nouveau travail de sculpture, étale à nos yeux un relief où se fait sentir, comme dans les Vosges cristallines, l'influence réflexe de l'ancienne architecture de l'Europe primaire.

1. Voir *Revue du génie*, 1898, t. XVI, p. 323, 385 et 491; 1899, t. XVII, p. 473; t. XVIII, p. 5.

MORVAN

Le Morvan n'est qu'un appendice du massif central de la France. Nous avons déjà eu l'occasion d'esquisser l'histoire morphogénique de celui-ci, en traitant de l'évolution géographique de l'ensemble de notre territoire [1]. Il est bon cependant d'y revenir ici en deux mots.

Au moment où la phase orogénique hercynienne avait fini de donner ses traits à l'Europe centrale de cette époque, le centre de la France était couvert de grandes montagnes qui se reliaient à celles qui, au même moment, accidentaient la région où s'élèvent aujourd'hui les Vosges. Les derniers millénaires de l'ère primaire virent se dérouler là des événements analogues à ceux que nous avons indiqués dans l'histoire de la Terre rhénane. Le relief s'usa peu à peu, en même temps que les dépressions existantes se comblaient par les sédiments détritiques des périodes carbonifférienne et permienne. Puis, au début de l'ère secondaire, vinrent les grandes dislocations qui détruisirent l'unité de l'Europe hercynienne, et la surface usée de la région centrale de la France prit une condition insulaire, battue successivement par les diverses mers secondaires qui empiétèrent plus ou moins sur sa masse. De telle sorte que, lorsqu'au commencement de l'ère tertiaire une émersion quasi-générale refit un territoire français d'un seul tenant, on peut se représenter la situation de la partie qui nous intéresse comme représentée par le schéma ci-contre (fig. 28).

Plus tard, lorsqu'au cours de l'ère tertiaire, le formidable coup d'épaule donné par le plissement alpin contre la masse centrale de la France qui lui faisait obstacle, eut produit par contre-coup dans celui-ci un rajeunissement du relief [2], une partie de sa marge septentrionale participa

---

1. *Revue*, 1898, t. XVI, p. 482 et suiv.
2. Voir à ce propos *Revue*, t. XVI, p. 490-491.

au mouvement et vit s'élever au-dessus de la Région parisienne comme une sorte de voussoir encadré par de nombreuses failles. C'est là l'origine du Morvan. Aujourd'hui la surface de l'ancienne pénéplaine hercynienne, débarras-

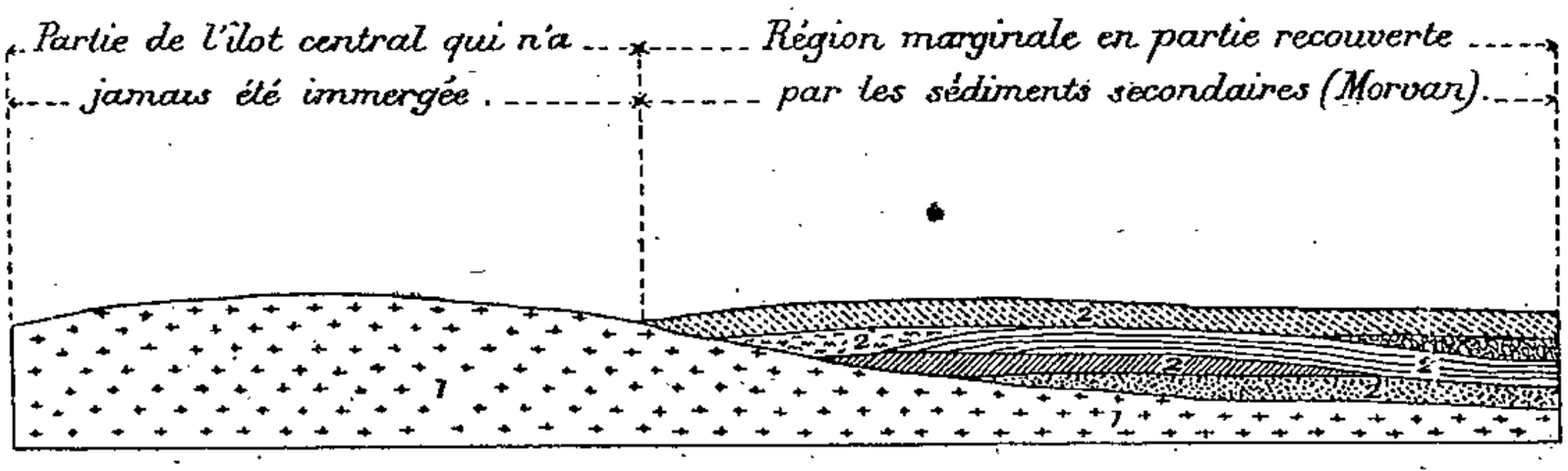


Fig. 28. — Coupe schématique de la région centrale de la France avant les mouvements tectoniques de l'ère tertiaire.

Légende. — 1, substratum ancien ; 2, couches secondaires diverses.

sée des sédiments secondaires qui l'avaient jadis recouverte, y apparaît à nos yeux. Attaquée par l'érosion post-tertiaire, elle a repris des formes montueuses dues aux inégalités de résistance de ses roches, de telle sorte qu'un massif montagneux ayant un certain air de famille avec les Vosges cristallines surgit là, s'avançant en pointe au milieu des terrasses jurassiques de la Région parisienne.

Comme on peut s'en assurer en jetant un coup d'œil sur une carte géologique, les limites de cette région de terrains anciens sont presque géométriques. On observe également que les divers éléments qui la composent se disposent en bandes grossièrement parallèles[1] dirigées vers le nord-est, mettant ainsi nettement en évidence l'allure des anciens plis hercyniens. Parmi ces éléments, un a eu une influence considérable sur le modelé topographique actuel, c'est le terrain permien.

On sait que les assises de ce terrain, composées généralement de roches détritiques, ont été constituées par les

1. Cette distinction n'a pu être faite dans le croquis annexé à ce texte, l'exiguité de son échelle et l'absence de couleurs l'eussent rendu illisible.

premiers produits de la destruction des montagnes hercyniennes qui sont venus s'entasser dans les dépressions les plus voisines des cimes qui étaient en train de se découronner. La carte géologique nous montre donc, par la distribution même des affleurements permiens, que deux zones de dépression bien accusées devaient se trouver, en ces temps reculés, dans la région qui nous intéresse. Le mécanisme de l'érosion moderne les a en quelque sorte *ressuscitées,* grâce à la résistance moindre qu'ont présentée les assises permiennes; elles forment le bassin d'Autun et la dépression de Blanzy (fig. 29). Le premier établit une sorte de coupure intérieure dans les massifs anciens, séparant les hauteurs du *Morvan proprement dit* de celles de l'*Autunois.* La seconde, suivie par les rivières de la Dheune et de la Bourbince, qui coulent en sens inverse vers la Saône et la Loire, sépare le Morvan du Charolais, en réunissant la vallée de la Saône à celle de la Loire. Toutes deux sont des régions industrielles, grâce à la présence de la houille qui se trouve sous les terrains permiens et qui même, en quelques endroits, a été mise au jour par l'érosion[1]. Épinac, Autun, au nord, le Creusot, Blanzy, Montchanin, etc., au sud, en sont les centres principaux.

L'*Autunois* comprend les croupes qui s'étendent entre les deux dépressions précitées. L'altitude ne s'y élève guère au-dessus de 600 m; certaines parties, comme le plateau granitique qui est immédiatement à l'est d'Autun, sont excessivement peu mouvementées.

Le *Morvan proprement dit* a pour centre Château-Chinon. Il présente une ligne de faîte bien dessinée, de direction presque nord-sud, et qui n'est traversée que par une seule grand'route, celle d'Autun à Château-Chinon. C'est de

1. On sait que la houille a été produite par l'entassement d'énormes quantités de véritables alluvions végétales dans des eaux marines ou lacustres où elles ont subi une macération prolongée. Les mêmes raisons qui ont motivé le dépôt des roches détritiques permiennes dans les bassins d'Autun et de Blanzy y avaient conduit auparavant les débris de la riche végétation qui couvrait les montagnes hercyniennes.

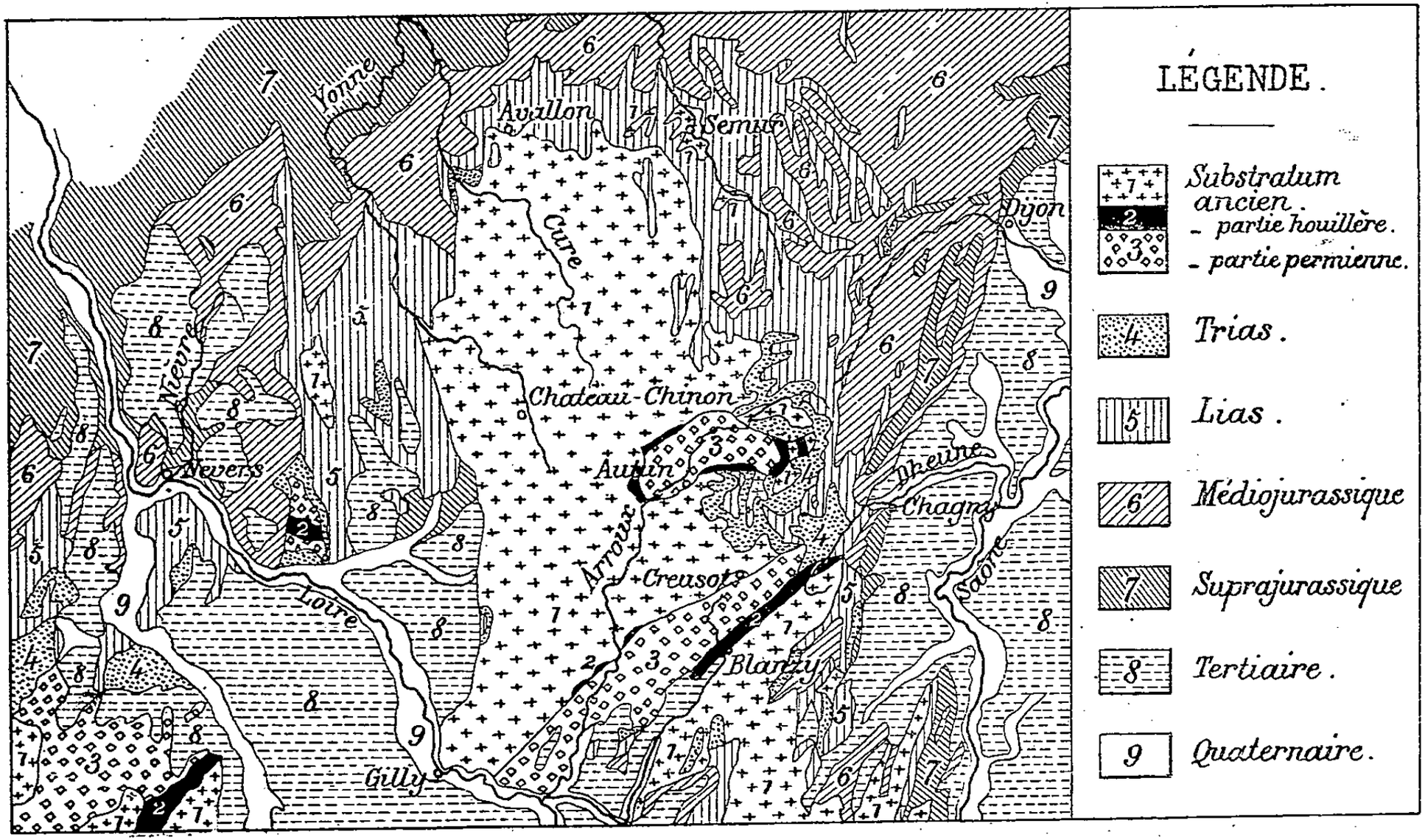


Fig. 29. — Croquis géologique de la région du orvan.

cette ligne de faîte que font partie les sommets les plus élevés, le mont Beuvray et le Bois du Roi (902 m).

L'aspect de la montagne varie avec la nature de la roche ancienne. Les granites et les gneiss donnent généralement des sommets arrondis et des formes douces, interrompues parfois par de brusques arrachements. Les roches éruptives anciennes, comme les porphyres, déterminent des formes plus heurtées. Enfin, les affleurements de terrains primaires devoniens et cambriens correspondent aux zones les plus sauvages et les plus abruptes.

Si la plupart des sommets du Morvan sont couronnés de bois, il ne faut point cependant se figurer cette région comme absolument sylvestre. Beaucoup de ses parties sont en culture ou à l'état de pâturage, ce sont les *ouches* qui se trouvent à la base et sur le flanc des massifs. Les parties pauvres forment les *glennes*; cette désignation se retrouve sous le nom de *glaine* donné à la région la plus montueuse et la plus agreste, entre Autun et Château-Chinon.

La situation du Morvan en fait une sorte de borne de partage entre les systèmes hydrographiques de la Saône, de la Loire et de la Seine. Des canaux les font communiquer, en contournant la masse montagneuse. Le canal du Nivernais utilise les vallées de l'Yonne et de l'Aron; le canal du Centre réunit la Loire et la Saône par les vallées de la Dheune et de la Bourbince; le canal de Bourgogne correspond aux vallées de l'Armançon et de l'Ouche. Enfin le cours de l'Arroux qui, après avoir traversé la dépression d'Autun en facile communication avec la vallée de l'Ouche, va rejoindre la Loire, coupe en quelque sorte le Morvan en deux. C'est cette disposition des dépressions naturelles à laquelle ont obéi forcément dans leur tracé les routes et les chemins de fer, qui contribue à donner au Morvan l'importance militaire que tout le monde lui reconnaît aujourd'hui. Grâce à elle, cette partie du territoire, qui

dessine comme une *tête de pont* de la France centrale au delà de la Loire, est en liaison commode avec toutes les zones voisines, et peut ainsi jouer le rôle auquel la prédestine sa situation géométrique par rapport aux lignes d'invasion des armées allemandes.

Zones marginales. — Autour de ce voussoir ancien du Morvan qui a en quelque sorte crevé la croûte de terrains secondaires qui le recouvrait, les mêmes terrains secondaires apparaissent, conservés par le fait même de leur affaissement relatif. Ils constituent ce que l'on peut appeler les zones marginales du Morvan.

Du côté de l'est, c'est la *Côte-d'Or* jurassique, dont nous connaissons la constitution et que précèdent des plateaux où le trias apparaît encore par plaques au-dessus du substratum ancien qui perce déjà dans les vallées.

Au nord, c'est l'*Auxois*, séparé de la masse du Morvan par une zone légèrement déprimée, où la couverture sédimentaire a été attaquée jusqu'au lias. Là les têtes des vallées du système méridional de l'Arroux et du système septentrional de l'Armançon se rencontrent presque après avoir littéralement *mangé* les étages supérieurs au lias, ne laissant subsister que quelques buttes insulaires à couverture médio-jurassique. Cette couverture reparaît plus loin à l'horizon, formant le sommet d'un talus qui encadre la terrasse liasique. C'est en somme la réapparition de la deuxième corniche lorraine, celle des côtes de Moselle.

A l'est, enfin, s'étend le *Nivernais*, région plus complexe que les précédentes, à cause de l'abondance des failles qui l'ont découpée. D'une façon générale, ces failles, d'allure nord-sud, se sont groupées pour y former trois bandes distinctes, celle du centre ayant eu un relèvement tectonique plus considérable que les deux autres. Il en est résulté que cette bande médiane, plus attaquée par l'érosion, a été décapée en certains endroits jusqu'à laisser apparaître le substratum ancien qui surgit brusquement par places, tan-

dis que les deux autres ont pu être recouvertes par les eaux tertiaires (pliocènes) contemporaines de celles du lac de Bresse, et que le terrain jurassique y disparaît encore presque partout sous leurs dépôts. La bande centrale passe par Saint-Saulge, où apparaît un îlot porphyrique, et descend vers Decize sur la Loire. A l'est et à l'ouest, les dénominations locales de *Bazois* et des *Amognes* montrent bien que les bandes latérales forment des *pays* spéciaux et distincts.

PLATEAUX PRIMAIRES

La zone des plateaux primaires commence vers l'extrémité orientale de notre frontière du nord, pour se poursuivre jusqu'aux confins de la Hesse, au cœur de l'Allemagne. C'est un vaste compartiment du sol qui a été relevé doucement par une sorte de mouvement de bascule, tout à la fin de l'ère tertiaire et au début de l'ère actuelle, et qui, débarrassé par l'érosion des sédiments secondaires qui avaient pu se déposer sur sa plus grande partie, montre aujourd'hui à nos yeux, sur une immense étendue, la surface de l'ancienne pénéplaine primaire et les tranches des plis montagneux de cette époque (fig. 30 et 31). Toutefois, la jeunesse relative du mouvement de bascule fait qu'en

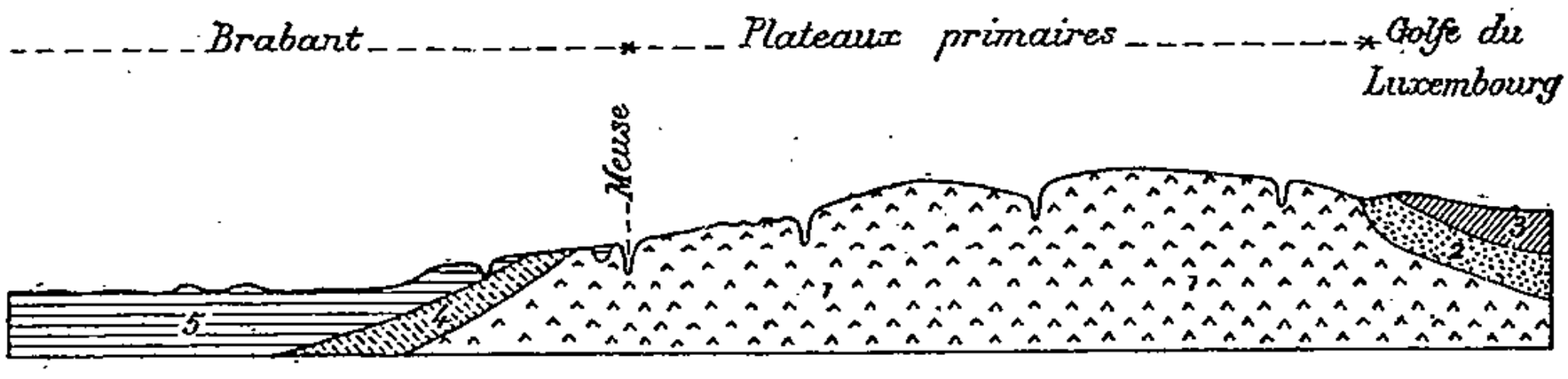


Fig. 30. — Coupe générale à travers l'Ardenne.

Légende. — 1, substratum ancien; 2, trias; 3, jurassique; 4, crétacique; 5, tertiaire.

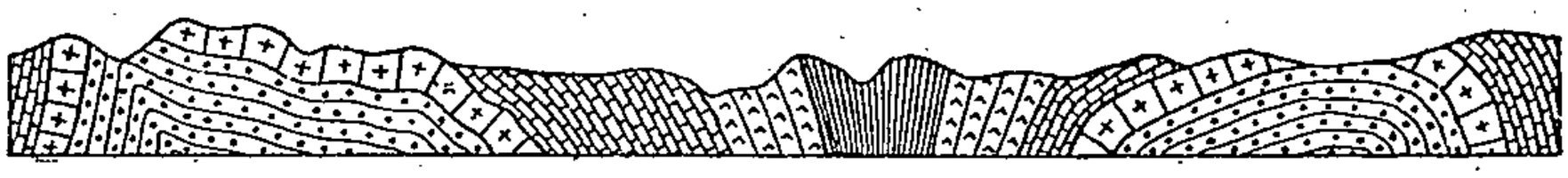


Fig. 31. — Coupe montrant la structure plissée du substratum ancien des plateaux primaires.

aucun point les noyaux cristallins de ces plis n'ont encore été mis à jour, et qu'à l'encontre de ce qui se passe dans les Vosges cristallines et dans le Morvan, on ne voit affleurer que les terrains primaires.

Les variations du relief sont peu étendues. Les seules inégalités du sol correspondent aux différences de dureté des roches et se réduisent le plus souvent à de simples ondulations qui font varier l'altitude de 400 m à 650 m environ. Le sol, souvent imperméable, est rebelle à la culture, et presque tout le pays se partage entre des landes, des forêts et de grands marécages tourbeux que l'on désigne sous le nom de fanges ou de fagnes[1]. Le tout forme un ensemble très monotone. Mais lorsqu'on descend dans les vallées, la scène change brusquement. Celles-ci tracent de profonds couloirs sinueux qui s'enfoncent profondément dans l'épaisseur du plateau et dont les parois abruptes donnent souvent au voyageur qui en suit le pied l'illusion d'un pays de montagnes. Toutes les localités un peu importantes se trouvent sur le pourtour du plateau ; dans l'intérieur, la population est clairsemée.

La continuité des plateaux primaires est interrompue par quelques grands golfes, où les régions voisines s'avancent en pointe. Nous citerons en particulier le golfe de Bonn, par lequel les plaines de l'Allemagne du Nord descendent assez loin vers le sud, et celui du Luxembourg, où les terrains triasiques de la Lorraine prononcent une pointe considérable vers le nord-est[2].

---

1. L'expression de fagne se rapporte aussi en certains endroits aux forêts de hêtre (*fagus*).

2. Nous ferons remarquer que cette expression de golfe, qui fait si bien image par rapport aux teintes de la carte géologique, ne doit pas être prise au pied de la lettre. Jamais, en effet, les mers triasiques n'ont dessiné exactement *ce golfe* dans cette partie du continent primaire. Les terrains triasiques recouvraient une grande portion de cette région avant son relèvement et s'ils ont été conservés dans le golfe du Luxembourg, tandis qu'ils disparaissaient plus loin sous l'effet de l'érosion, c'est soit que le mouvement ascensionnel ne s'y est pas étendu, soit qu'il y a été immédiatement suivi par un affaissement qui a protégé le manteau sédimentaire contre la destruction.

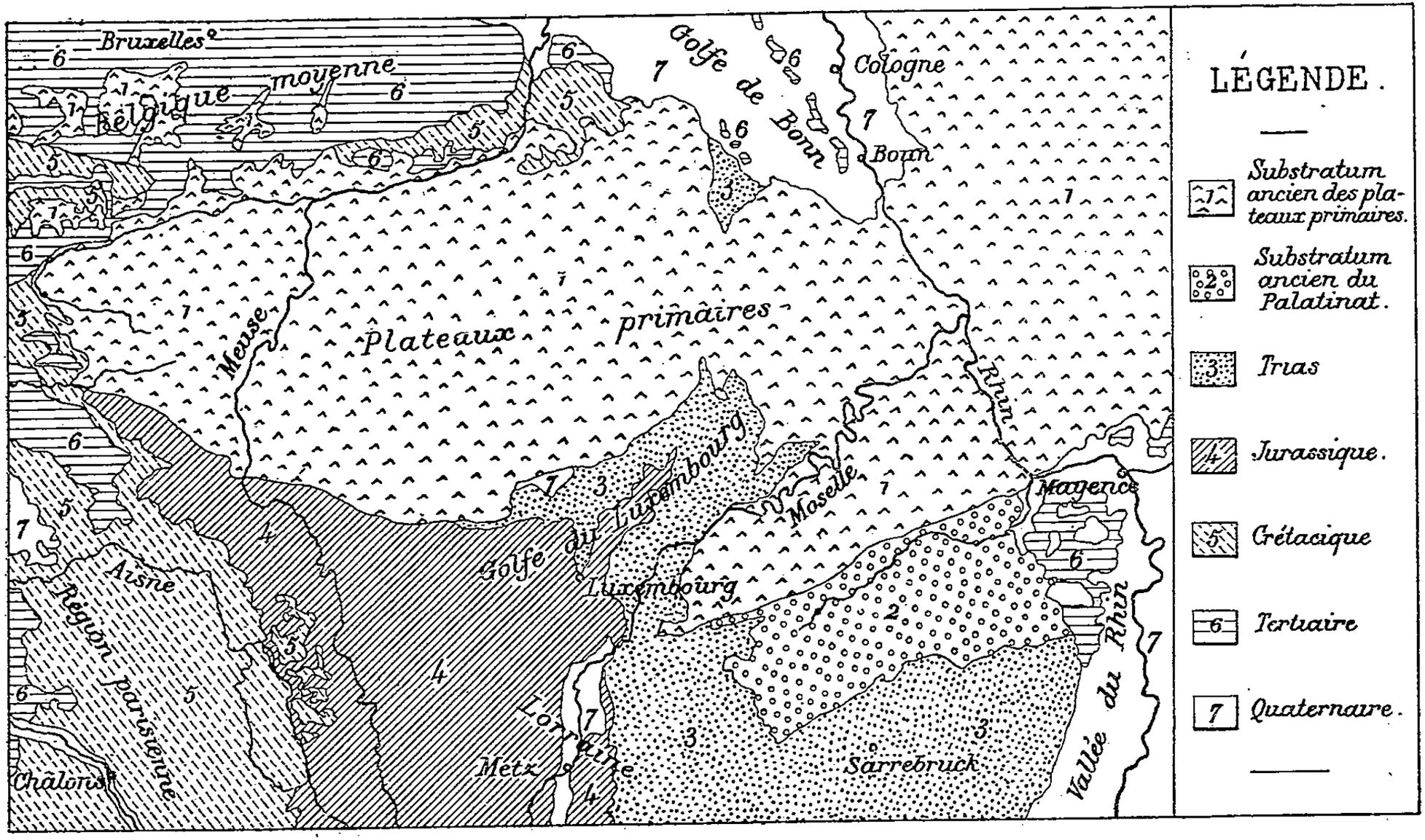


Fig. 32. — Croquis géologique des plateaux primaires.

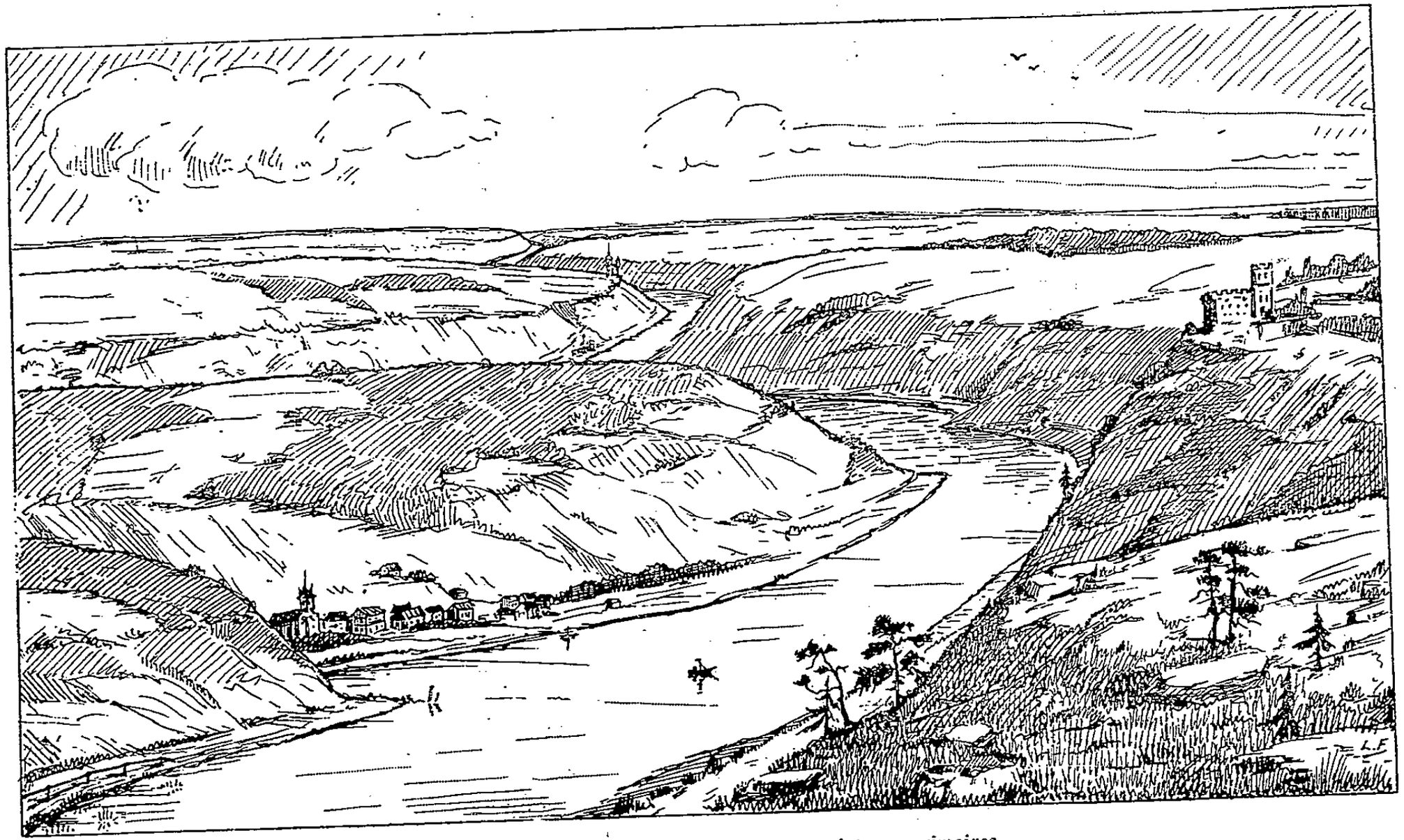


Fig. 33. — Le Rhin dans sa traversée des plateaux primaires.

Hydrographie. — La zone des plateaux primaires n'a pas de système hydrographique qui lui soit propre, elle est en effet simplement traversée par les cours du Rhin, de la Moselle et de la Meuse.

La disposition de ces cours d'eau qui semblent forcer la barrière des plateaux semble paradoxale, d'autant plus que leurs lits présentent de grandes sinuosités semblables à ceux des rivières de plaine, avec cette différence qu'ici les méandres sont profondément encaissés. L'explication de cette anomalie apparente est donnée par la lenteur même avec laquelle se sont relevés les plateaux primaires ; les rivières qui coulaient autrefois dans de véritables plaines et avaient l'allure qui correspond à ces régions, ont vu leurs berges s'encaisser peu à peu grâce au lent mouvement d'ascension du sol.

La Meuse s'engage dans les plateaux primaires un peu en aval de Mézières, elle en ressort ensuite, à Namur, pour en longer la façade septentrionale. Elle reçoit sur sa rive gauche la Sambre qui la rejoint à Namur, et sur sa rive droite, la Semoy, la Lesse, l'Ourthe grossie de l'Amblève et de la Vesdre, la Roër.

Le couloir que suit le Rhin (fig. 33) commence aux environs de Bingen pour se terminer à ceux de Bonn. Entre ces deux points, le fleuve reçoit sur la rive gauche la Moselle, l'Ahr et l'Erft.

La Moselle entre dans les plateaux près de Trèves, son confluent avec le Rhin se fait à Coblentz ; dans cette section de son cours elle ne reçoit sur sa rive droite que des ruisseaux, tandis qu'elle reçoit, à gauche, la Sure, grossie de l'Our et de l'Alzette, et la Kyll.

Tous ces cours d'eau s'enfoncent dans le plateau à la manière de leurs grands collecteurs. Dans beaucoup d'endroits les voies de communication évitent complètement les fonds de leurs vallées sinueuses, pour adopter des tracés bien plus directs sur les hauteurs. Ces coupures sont les véritables obstacles militaires de la région ; aussi est-on

en droit d'accorder une réelle importance à la région de Francorchamps-Malmédy d'où elles divergent.

Orographie. — La partie des plateaux primaires qui s'étend sur la rive gauche du Rhin se divise en trois fractions : l'*Ardenne*, l'*Eifel* et le *Hunsrück*.

L'*Ardenne* commence sur le territoire français dans l'angle dessiné par la Sambre et la Sormonne, affluent de gauche de la Meuse[1]. Toutefois, l'extrémité de cet angle n'appartient pas encore aux plateaux primaires, c'est la *Thiérache*, pays verdoyant et boisé, où la craie marneuse est recouverte de plaques de limon. Ce n'est que dans le voisinage de la Grande et de la Petite Helpe, affluents de la Sambre, que le terrain primaire fait son apparition. Aussitôt les forêts augmentent, coupées bientôt par ces hauts marécages que l'on désigne sous le nom de *fagnes*, le pays devient rude, l'altitude s'accroît, on est entré dans l'*Ardenne*, qui se continue avec les mêmes caractères jusqu'à une ligne tracée à peu près par les cours de l'Our et de l'Amblève.

L'*Eifel* s'étend de l'Our et de l'Amblève jusqu'au Rhin ; ses caractères généraux sont ceux de l'Ardenne : mêmes landes, mêmes forêts, mêmes marécages tourbeux, qui ici se désignent sous le nom de *Hohe Venn*. Toutefois, le relief du sol est un peu plus mouvementé ; la Schnee Eifel s'élève au-dessus de 700 m d'altitude. D'autre part, quelques manifestations éruptives contemporaines de l'affaissement de la région de Bonn ont produit de petites protubérances et un lac cratériforme, le Laachersee. — La longue file de collines boisées qui semble se détacher de l'Eifel, au

1. Ces deux lignes correspondent à des traits géographiques fort anciens. La première, qui se prolonge d'un côté par l'Oise et de l'autre par la Meuse, marque à peu près l'axe d'un ancien golfe que les mers de l'époque carboniférienne prononçaient dans le continent hercynien et où se sont entassées les formations houillères ; la seconde correspond probablement à une des grandes lignes de dislocation du continent hercynien.

sud de Bonn et qui porte le nom de *die Ville*, n'appartient pas aux terrains primaires.

Le *Hunsrück* est la partie des plateaux qui se trouve au sud de la Moselle. Il est constitué par une croupe aplatie qui a les caractères généraux de l'Ardenne et de l'Eifel, mais dont la monotonie est coupée par une série d'arêtes boisées parallèles, le Soonwald, l'Idarwald, le Hochwald, dont il faut chercher l'origine dans la résistance qu'ont présentée certaines roches à l'érosion et qui mettent ainsi en évidence la disposition des anciens plis du sol [1]. La profonde et sinueuse coupure de la Moselle sépare le Hunsrück de l'Eifel. Ce sont les conditions mêmes de ses méandres encaissés qui déterminent les meilleurs points de passage de la rivière : Bernkastel, Zell et Trarbach.

Le *Golfe du Luxembourg*, que nous avons défini plus haut, est une véritable avancée de la Lorraine au sein des plateaux primaires. On voit se développer là la suite des affleurements du trias [2], au milieu desquels l'érosion a respecté jusqu'ici une langue étroite de terrains liasiques, qui dessine une sorte de promontoire. Toute cette région, plus privilégiée de la nature que les tristes plateaux de l'Ardenne et de l'Eifel, forme, par opposition, le *bon pays*, le Gutland, planté d'arbres fruitiers, protégé par les plateaux contre le vent du nord, comme ces environs de Mézières et de Sedan, qu'Élie de Beaumont qualifie de *petite Provence*. Au nord, la bande gréseuse qui commence les affleurements du trias lui crée, grâce au modelé particulier à son sol, une ceinture pittoresque qui précède immédiatement l'Ardenne et dont certaines parties ont mérité le nom de Suisse luxembourgeoise. Au sud, sa limite est

---

1. Le Hunsrück est coupé, comme nous l'avons vu plus haut, par la Sarre; la Nahe elle-même, au lieu de le contourner pour atteindre le Rhin à Bingen, en coupe un petit fragment. Ces deux faits, le dernier surtout, montrent bien que la distribution hydrographique est antérieure à la mise en saillie des plateaux.

2. Voir le croquis géologique de la Lorraine.

donnée par la corniche médiojurassique qui, du pays de Briey, se retourne par Longwy et Montmédy, dominant la terrasse liasique sur laquelle est assise Luxembourg.

Les plateaux primaires ne présentent pas d'obstacles considérables à la marche des armées; ils constituent néanmoins une région qui ne se prête pas aux *grandes opérations militaires*, parce que la vie y est moins facile, la population moins dense, les voies de communication plus rares que dans les régions voisines. Il serait imprudent toutefois de ne pas envisager qu'ils peuvent être le théâtre d'*opérations secondaires* et il est nécessaire de faire à ce sujet certaines remarques.

Tout d'abord, il convient de noter la disposition parallèle à la frontière française de la vallée de la Semoy, et de celle de la Chiers qui précède immédiatement la façade sud de l'Ardenne. Cette disposition nous donne de ce côté deux lignes de défense utilisables. Dans le même ordre d'idées, nous remarquerons que la Roër et l'Erft tracent en avant du Rhin et de la place de Cologne des lignes favorables aux Allemands. Enfin, nous indiquerons l'importance qu'ont les environs de Malmédy, par où on peut tourner les différentes vallées de l'Ardenne et de l'Eifel et dans le voisinage desquels les Allemands ont établi, sur leur territoire, un grand camp d'instruction.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Nous avons achevé l'examen rationnel des formes du sol. La tâche que nous nous étions proposée au début de cette étude : *essayer de changer la tournure d'esprit de nos lecteurs*, est terminée. Il suffirait maintenant, pour compléter la géographie militaire de la France du nord-est, d'ajouter les notions habituelles sur les modifications que

l'homme a fait subir à la nature par l'ouverture des voies de communication, le tracé de la frontière politique et l'organisation défensive. Fidèle à notre programme, nous ne songeons pas à rééditer les renseignements si copieux qui se trouvent à ce sujet dans les différentes géographies militaires. Mais nous voulons profiter de ce que nous avons dit dans les chapitres précédents pour essayer de remettre au point certaines considérations où, suivant nous, on s'est trop écarté de ce que peut sainement suggérer la réalité des choses.

Et tout d'abord, quelles peuvent être les conditions générales d'une invasion allemande? Le relief et la nature du sol ne concourent-ils pas pour la canaliser dans certaines directions? C'est ce dont on ne saurait douter après avoir parcouru tout ce qui précède.

Le système montagneux de la *terre rhénane* et celui des *plateaux primaires* constituent de part et d'autre du Rhin deux séries d'obstacles symétriques : les Vosges, les montagnes du Palatinat, le Hunsrück, l'Eifel, sur la rive gauche; la Forêt Noire, l'Odenwald, le Taunus, le Westerwald, sur la rive droite. Toutes ces hauteurs, d'*architecture tabulaire*, ont des formes relativement douces et n'offrent à la marche des armées aucune de ces grandes difficultés qui abondent dans les régions de *plissement* énergique ; tout au plus peuvent-elles apporter une gêne à cette marche. Mais cette gêne n'est pas sans présenter des gradations qui ont leur importance. Examinons-les pour les hauteurs de la rive gauche du Rhin.

Les *Hautes Vosges* ont une épaisseur de 70 km environ, elles élèvent les sommets de leur noyau cristallin au-dessus de 1 000 m d'altitude, et les cols qui permettent de les traverser sont généralement élevés et ne s'abaissent guère au-dessous des sommets voisins. Seule la dépression de Saales, où la ligne de faîte s'abaisse à 550 m, constitue une profonde coupure. Quoique un certain nombre de

voies ferrées s'engagent dans les vallées des deux versants, aucun chemin de fer ne traverse encore ces montagnes de part en part, mais les routes sont nombreuses, bonnes, et assez voisines les unes des autres pour que l'on ne puisse tenir un col sans être exposé à être tourné facilement.

Dans les *Basses Vosges,* où le peu d'amplitude du mouvement tectonique a permis partout au manteau gréseux de se maintenir, l'altitude descend à environ 450 m et l'épaisseur du système montagneux tombe en certains endroits à une trentaine de kilomètres. C'est dire que, dans cette région, la seule entrave apportée par la nature du sol aux opérations des armées se réduit aux difficultés d'une journée de marche dans des vallées encaissées et boisées. Les routes sont bonnes et nombreuses et de plus reliées par une transversale qui va de Phalsbourg à Bitche. A ces routes s'ajoutent trois lignes de chemin de fer et même un canal.

Le *Haardt* présente un caractère plus sauvage que les Basses Vosges; l'altitude s'y relève en certaines parties jusqu'à 600 m, et l'épaisseur de la zone montagneuse est presque doublée. Les voies de communication sont assez nombreuses, mais inégalement réparties. D'une façon générale, les bonnes routes se groupent en deux faisceaux, correspondant aux villes de Kaiserslautern et de Pirmasens, et comprenant chacun une voie ferrée; entre ces deux faisceaux, la région du Frankweide ne compte que des communications médiocres.

Dans les *montagnes du Palatinat,* où la topographie change complètement d'aspect et où les éléments principaux du relief sont des buttes isolées comme le mont Tonnerre, le réseau routier a pu se développer facilement et est très serré entre la dépression de Landstuhl, où s'arrête le Haardt, et la vallée de la Nahe, de l'autre côté de laquelle commence le Hunsrück. Sur un front de marche de 40 km environ, on disposerait là de plus de dix voies car-

rossables indépendantes. Deux voies ferrées traversent également la région, l'une d'elles, celle de la vallée de la Nahe, relie directement Mayence à Metz.

Les *plateaux primaires* de la rive gauche du Rhin sont, on le sait, divisés en deux parties par le couloir sinueux que suit la Moselle. Le Hunsrück, qui se trouve au sud, forme une croupe aplatie dont la partie axiale est complètement boisée et présente un certain nombre de crêtes parallèles où l'altitude s'élève jusqu'à 818 m ; aucun chemin de fer ne le traverse. La région de l'Eifel, qui est au nord, est la continuation de l'Ardenne et en présente les caractères généraux. Pays froid et pauvre, où les cultures sont maigres et la population clairsemée, coupé par endroit de forêts et de grands marécages tourbeux, elle constitue un pays difficile aux armées, quoique les routes y soient plus nombreuses qu'autrefois et qu'on y compte même deux lignes de chemins de fer en dehors de celle qui suit la direction générale de la Moselle.

On voit que de toutes ces régions montagneuses, les Hautes Vosges et les plateaux primaires sont les seules qui présentent de réelles difficultés à la marche des armées. On peut donc en conclure qu'elles constituent, *pour les grandes opérations*, comme des bornes isolantes. Mais là s'arrête leur rôle en quelque sorte passif, et on peut prévoir qu'elles verraient toute une série d'opérations secondaires destinées à relier les opérations principales.

Celles-ci ont à leur disposition trois grandes zones de marche. La première contourne les plateaux primaires par le nord ; elle est jalonnée, sur la rive gauche du Rhin, par les vallées de l'Oise et de la basse Meuse, et se prolonge sur la rive droite par les plaines de la Westphalie et du Hanovre.

La seconde contourne les Hautes Vosges par le sud et la trouée de Belfort ; elle se prolonge sur la rive droite du

Rhin par la trouée du Danube, et vers Paris par la haute vallée de la Saône et le bassin de la Seine.

La troisième s'étend entre les plateaux primaires et les Hautes Vosges, et correspond plus particulièrement aux routes des montagnes du Palatinat et des Basses Vosges sur la rive gauche du Rhin, et aux vallées du Main et du Neckar sur la rive droite.

Ces trois zones d'invasion convergent vers Paris, et cette disposition est tout à notre détriment, car elle favorise une invasion simultanée comme celle que nous avons subie en 1814, tandis qu'elle nous interdit l'opération inverse, sous peine de voir nos armées complètement isolées les unes des autres, sitôt leur entrée en Allemagne. En d'autres termes, ces trois zones d'invasion conduisent en Allemagne à trois théâtres d'opérations bien distincts : l'Allemagne du Nord, l'Allemagne centrale, l'Allemagne du Sud ; et en France, à un seul : la Région parisienne. L'avantage qui en résulte pour l'Allemagne s'est encore accru par le nouveau tracé de la frontière, qui a fait de la Lorraine allemande, pour nos ennemis, une véritable place d'armes au delà de l'obstacle des Vosges.

Nous ne nous occuperons pas d'une invasion par la vallée de l'Oise, car elle intéresse plus la frontière du nord que celle du nord-est, et nous nous bornerons à un rapide examen des deux autres.

1) Si l'on cherche à discerner l'influence que les formes du sol peuvent avoir sur la marche probable d'une armée allemande rassemblée dans la Lorraine septentrionale et voulant se diriger sur Paris, on voit que cette marche ne serait gênée que par bien peu d'obstacles.

Le tracé de la frontière qui permet aux Allemands de franchir la Moselle sur leur territoire avec l'appui des deux têtes de pont de Metz et de Thionville, enlève à cette rivière sa valeur stratégique ; il ne reste donc, sur le territoire français, que la Meuse comme ligne d'eau transver-

sale aux lignes d'opérations de l'ennemi. Cette rivière, qui n'est grossie aujourd'hui que par de rares affluents, constitue un obstacle d'une certaine valeur tactique, surtout au moment des grandes crues, où sa vallée est facilement inondée ; elle est d'ailleurs doublée d'un canal dont il faudrait tenir compte ; mais elle ne saurait jouer le rôle de grande coupure militaire stratégique auquel son tracé semble la destiner, et qu'elle aurait sans aucun doute pu soutenir avant les épisodes morphogéniques qui ont amené sa déchéance. Tous les autres cours d'eau, en raison de leur disposition rayonnante, facilitent au contraire la marche vers Paris, et si quelques affluents, comme l'Aisne ou l'Aire, ont une direction transversale et semblent tracer une coupure, leur développement est trop peu considérable pour qu'ils aient une influence *stratégique*.

Restent, comme lignes topographiques transversales aux lignes d'opérations de l'ennemi, les différentes corniches qui terminent les terrasses de la Lorraine et de la Région parisienne. Mais, comme nous avons eu l'occasion de le dire, on exagère singulièrement, dans les traités de géographie, l'importance et la continuité de ces *talus*. Nous avons démontré, au cours de cette étude, qu'en les groupant sous le nom des *sept crêtes du bassin parisien*, on réunissait en une même nomenclature des éléments distincts les uns des autres au point de vue de la géographie physique. Nous avons montré aussi que, par suite d'une connaissance insuffisante des conditions de leur genèse, on était amené, dans les ouvrages de géographie, à indiquer certaines de ces crêtes là même où elles n'existaient pas ; et nous avons donné comme exemple cette fameuse *crête du grès vert* que les géographes militaires inventent de toutes pièces. Ajoutons que ces accidents du sol n'ont rien de commun avec de véritables crêtes, puisqu'ils ne sont que l'extrémité, la *tranche* de nappes de terrain dur doucement inclinées, et que ce n'est pas pour le vain plaisir

de nous servir d'un nouveau mot que nous avons employé l'expression de *corniche* qui ne fait que peindre la réalité des choses.

Il nous faut maintenant faire justice d'autres erreurs et insister sur ce fait, qu'en qualifiant ces talus de *remparts* successifs défendant en quelque sorte l'accès de notre territoire, on fausse singulièrement les idées. Si les corniches terminales des terrasses ont pu gêner parfois le tracé des voies de communication, et par suite auraient une influence indiscutable sur les dispositifs généraux de la marche de l'ennemi, jamais elles n'ont la valeur d'un véritable obstacle. D'ailleurs, est-ce comme obstacle qu'il faut les utiliser, et cette citation, que l'on fait si souvent, de la falaise tertiaire comme un *rempart* que Napoléon aurait utilisé en 1814 pour défendre la France n'est-elle point une *véritable hérésie* contre laquelle crie toute l'histoire de cette campagne? Il ne faut pas oublier non plus que certaines s'effacent tout à fait en certains endroits, et que l'une des plus continues, les *côtes de Moselle,* se trouve en partie sur le territoire allemand.

Ces réserves faites, il convient de constater : 1° que les côtes de Meuse, entre Toul et Verdun, les hauteurs de la rive gauche de la Meuse, l'Argonne proprement dite, et les coupures transversales de l'Aisne et de l'Aire constituent une sorte d'îlot où les difficultés de marche sont accumulées et que les armées auront une tendance à éviter en le contournant, soit par Rethel, soit par Neufchâteau ; 2° que la corniche tertiaire a une continuité suffisante pour que les voies de communication aient surtout cherché à profiter des brèches naturelles indiquées par la Seine, la Marne, l'Aisne et la Vesle, de telle sorte qu'elles forment comme des faisceaux distincts, circonstance qui a été mise à profit par Napoléon, dans ses manœuvres en lignes intérieures, pendant la campagne de 1814. Dire cela, c'est constater des faits indéniables ; dire plus, ce serait vouloir tirer de l'examen du sol plus qu'on en peut tirer, et lier,

dans son esprit, les mouvements des armées à la topographie plus qu'on est en droit de le faire.

2) En examinant ensuite l'hypothèse d'une invasion par la trouée de Belfort, on doit remarquer tout d'abord qu'on ne peut attribuer à cette éventualité stratégique une importance aussi considérable qu'à la précédente. Abstraction faite de toute barrière fortifiée, la disposition même du véritable goulet qui permet de passer de la vallée du Rhin dans celle de la Haute-Saône subordonne fatalement les opérations de ce côté à celles qui s'engageraient en Lorraine. Il ne saurait, en effet, être question pour les armées allemandes de manœuvrer dans la haute vallée de la Saône, sans avoir de sécurité au moins sur un de leurs flancs ; ce n'est donc qu'après des succès décisifs en Lorraine qu'elles peuvent songer à utiliser la voie de la trouée de Belfort.

Si l'on suppose maintenant une armée ennemie ayant réussi à pénétrer dans la vallée de la Saône, on voit que, dans sa marche vers Paris, elle aura les vallées de la Seine et de l'Aube comme axes forcés de ses opérations, et qu'elle se heurtera successivement aux lignes transversales déterminées par le plateau de Langres, la corniche corallienne qui prolonge les côtes de Meuse, et enfin la falaise tertiaire. Toutefois, si la falaise de Champagne conserve toute sa valeur dans cette nouvelle hypothèse, il ne faut pas s'exagérer celle que peut avoir le plateau de Langres. Son grand développement, le nombre de routes qui le traversent et surtout sa position qui l'expose à être tourné au nord par les armées débouchant de Lorraine, ne permettent guère de songer à en faire une ligne sérieuse de défense. Quant à la corniche corallienne, privée dans cette section des *doublures naturelles* qui la renforcent dans la région de la Meuse moyenne, traversée en maints endroits par les rivières *d'allure conséquente*, du système de la Seine, elle ne saurait jouer un rôle comparable à celui que l'on est en droit d'attribuer aux côtes de Meuse.

Les différents mouvements du sol que nous venons de signaler ont une influence *directe* sur les opérations ; d'autres régions, pour ne pas être directement opposées à la marche des armées ennemies, n'en ont pas moins une valeur défensive considérable. Ces régions, *latérales aux lignes d'invasion de l'ennemi*, peuvent servir à nos armées à menacer le flanc de leur adversaire, manœuvre aussi efficace qu'une défense *directe* pour l'arrêter dans sa marche vers son objectif.

Deux régions sont particulièrement favorables à ce genre de défense, ce sont : la Lorraine méridionale et le Morvan.

Une armée française, occupant au début des hostilités la Lorraine méridionale, flanque pour ainsi dire la trouée qui s'étend au sud des côtes de Meuse. Elle est également dans une excellente situation pour prendre l'offensive et chercher à couper les communications d'un ennemi qui s'avancerait imprudemment vers l'ouest. Le faisceau des affluents de la Meurthe, en jalonnant une suite de fronts d'opérations possibles, est même fait pour suggérer une sorte de grande conversion stratégique, dont Nancy formerait le pivot et dont l'aile mouvante serait aux Vosges; conversion qui aurait quelque analogie stratégique avec celle qu'ont prononcée les armées allemandes au début de la guerre de 1870.

D'autre part, la situation du Morvan indique tout à fait cette région pour y effectuer une retraite latérale au cas où les premières rencontres auraient été pour nous des revers. Tout le monde est d'accord aujourd'hui pour considérer cette solution comme infiniment meilleure que celle d'une retraite directe sur Paris et surtout comme pouvant être infiniment plus féconde en résultats stratégiques.

Ainsi donc, en dernière analyse, quatre parties de la France du nord-est attirent l'attention comme pouvant avoir, à des titres divers, une influence particulière sur les opérations militaires. Ce sont ce que nous avons appelé

l'*îlot de la Meuse moyenne*, la *corniche tertiaire*, la *Lorraine méridionale* et le *Morvan*. Il convient de leur ajouter la *trouée de Belfort*, à cause de son caractère bien net de porte d'entrée naturelle. Il est permis de se demander si on a fait ce qu'on devait faire pour en développer les propriétés ?

Chacun sait qu'après la guerre de 1870, notre système défensif a été remanié, en appliquant non plus les recettes surannées des dispositifs géométriques ou en cordons, ni les dangereuses idées des camps retranchés, mais un principe jugé plus fécond, et qui se rapproche de celui des régions fortifiées, sans toutefois en avoir l'ampleur. Tous nos lecteurs ont, sans aucun doute, présentes à l'esprit les considérations qui ont amené la commission supérieure de défense à décider l'établissement des différents éléments du nouveau système. Ils connaissent également les critiques qui en ont été faites et dont les plus autorisées portent sur le danger qu'offre, à bien des points de vue, un si grand développement de la fortification de première ligne, alors que celle-ci ne peut véritablement jouer le rôle auquel elle est appelée, que si elle peut, *dès le premier instant*, être abandonnée à elle-même sans aucune mesure transitoire. La religion de chacun est donc déjà faite à cet égard. Nous ne prétendons pas revenir sur le débat, mais nous désirons envisager une autre face du problème, et voir rapidement le rapport de ces fortifications avec les parties du territoire dont nous avons montré l'importance stratégique. Il nous semble qu'il y a, en effet, là matière à quelques remarques.

1) L'organisation du rideau défensif des côtes de Meuse se rapporte assez bien à ce que nous avons appelé l'*îlot de la Meuse moyenne* ; elle n'est, en somme, que le développement à outrance de ses propriétés naturelles. Cette conception est donc de l'ordre le plus rationnel, et toutes les combinaisons militaires qu'on peut y appuyer, pourvu,

bien entendu, qu'elles n'aient aucun caractère géométrique préconçu et qu'elles tiennent compte des masses en présence, ont une valeur certaine, parce qu'elles n'ont rien d'artificiel. Mais dans l'application et surtout le développement des projets primitifs, n'a-t-on pas été influencé par cette idée qu'on avait là un *rempart naturel* sur lequel il *fallait* s'installer? n'a-t-on pas perdu toute mesure et sacrifié sans s'en rendre compte, sur cet espace restreint, au *principe géométrique de la continuité*, aux vieux errements des cordons et des murailles de Chine? En un mot, fallait-il surveiller tous les passages, toutes les trouées et les deux grandes places extrêmes n'étaient-elles point stratégiquement suffisantes[1]?

2) Les mêmes remarques peuvent s'appliquer à l'organisation de la trouée de Belfort. Son idée mère était naturelle. La nature a ouvert là une véritable porte entre le Jura et les Vosges. Il était judicieux de vouloir la fermer. Mais les *charges militaires* qu'on a assumées en constituant dans tous leurs détails les deux rideaux défensifs de la Haute Moselle et de la Lisaine ne dépassent-elles pas, et de beaucoup, le bénéfice qu'on a cru en tirer en poussant à l'extrême l'organisation de la serrure?

3) Si l'on passe maintenant à la falaise tertiaire, il semble, au contraire, que l'on se soit trompé du tout au tout sur la manière d'envisager son organisation. Les projets d'ensemble, ceux que pendant longtemps on n'a cru qu'ajournés, consistaient, en effet, à tenir les trouées extrêmes de la falaise par autant de positions fortifiées : Laon-La Fère au nord, Reims en avant du défilé de Fis-

---

1. Ceci pourra paraître exagéré et beaucoup ne voudront pas admettre que l'occupation de la zone de Saint-Mihiel-Commercy, où aboutissent les trouées classiques des côtes de Meuse, ne puisse être considérée comme absolument indispensable. Nous ne voyons pas cependant de marche d'armée possible par cette brèche tant que les deux places de Toul et Verdun tiendront.

mes, Nogent-Montereau au sud, en se contentant de deux ouvrages au centre pour la coupure de la Marne, à Épernay. C'était donc envisager bien nettement la falaise comme un *rempart* et concevoir sa défense comme celle d'un parapet derrière lequel nous aurions fait une *halte défensive*. Cette dernière expression a été même employée officiellement.

On voit là se manifester l'influence funeste de cette conception artificielle de crêtes successives formant *rempart* en avant de la capitale. Non seulement elle y a conduit, comme partout, à suggérer, pour ainsi dire, la nécessité d'une *retraite directe*, mais elle a été assez forte pour faire oublier la tradition napoléonienne et pour amener à préconiser la fermeture de ces *entonnoirs à routes* qui, canalisant l'ennemi en des zones de marche bien distinctes, ont permis à Napoléon de faire ses manœuvres en lignes intérieures.

Aussi pouvons-nous dire que si l'on avait voulu profiter à la fois des indications données par la nature et de celles données par l'histoire, il eût fallu prendre absolument le contre-pied du projet général de la commission de défense. Un seul groupe de fortification eût été à élever : c'est précisément celui qui, dans les projets, ne tenait qu'une place secondaire, celui d'Épernay. Ainsi, la zone de marche du nord eût-elle été séparée nettement de celle du midi et les manœuvres possibles !

4) Restent les régions que nous avons indiquées comme pouvant avoir une *influence latérale* sur les opérations stratégiques, et, tout d'abord, la Lorraine méridionale.

Il ne semble pas que cette région si importante ait beaucoup retenu l'attention de la commission supérieure de défense. Pour qu'elle puisse, en effet, jouer le rôle à la fois défensif et offensif que nous avons esquissé et que souligne la disposition des vallées du système de la Meurthe, il faut que les armées qui y seraient installées aient l'esprit

libre du côté des Hautes Vosges. La défense de ces montagnes est donc intimement liée aux opérations en Lorraine. Or, on semble avoir admis, au moment où s'agitait la grosse question de la réorganisation défensive du territoire, que les Vosges étaient impossibles à organiser par la fortification, à cause du tracé de la frontière, par rapport aux cols de ce qu'on appelait la *chaîne* des Vosges, et que, de plus, cette organisation ne pouvait présenter aucun intérêt, puisqu'à partir du Donon on était débordé par le territoire allemand. La seule organisation préconisée était celle d'Épinal et du rideau défensif de la Haute Moselle, avec un but à atteindre tout autre que celui que nous avons développé plus haut.

Qu'il nous soit permis de dire qu'en donnant, pour écarter l'établissement de fortifications dans les Vosges, la seconde des raisons que nous venons de rappeler, on semble n'avoir visé que la défense directe de la ligne frontière et n'avoir pas entrevu, à ce moment, la nécessité, pour des *raisons de manœuvre*, de couvrir le flanc extérieur de notre territoire jusqu'à hauteur de la Meurthe; et qu'en invoquant la première, on ne paraît pas avoir été renseigné sur la véritable structure des Hautes Vosges et la coupure très nette qu'établit, au point de vue militaire, la distinction entre les Vosges cristallines et les Vosges gréseuses. Nous avons vu, en effet, que ces dernières forment, pour les eaux qui veulent sortir de la zone cristalline, une véritable barrière qu'elles ne franchissent qu'en deux points : Épinal pour le faisceau de la Moselle, Saint-Dié-Raon-l'Étape pour le faisceau de la Meurthe. Or, qui dit barrière pour les eaux dit barrière pour les voies de communication ; et les *grandes routes* qui sortent de la zone cristalline n'ont guère, en dehors d'Épinal et de Raon-l'Étape, d'autre point d'attache que Bruyères. Il y avait donc là matière à une organisation défensive qu'on eût pu appuyer en restreignant méthodiquement les voies de communication secondaires

qui échappaient aux points précités. Il est quelque peu pénible de penser que les Allemands ont songé à s'assurer, par les ouvrages de Molsheim, une sécurité contre les tentatives dirigées vers Strasbourg par la trouée de Saales, tandis que nous n'avons pris aucune mesure conservatoire permanente pour tenir cette voie maîtresse des Hautes Vosges, si dangereuse pour l'aile droite de nos armées.

Mais, de l'autre côté de la Lorraine, un nouveau point d'interrogation se dresse. C'est celui du pivot constitué par Nancy à la poignée de l'éventail de la Meurthe. Tout a été dit sur la fortification de Nancy. La vraie objection qu'on peut lui faire, c'est que Toul existe ; si, par la pensée, on faisait table rase, la discussion ne saurait s'élever. Nancy s'imposerait alors, assez rapprochée de l'îlot de la Meuse pour en développer les propriétés naturelles, formant *tête de pont,* aussi bien tête de pont sur la Moselle que sur la Meurthe, nous faisant prendre pied sur les premiers reliefs de la Lorraine jurassique, place offensive autant que défensive et qui, *tenue sur un pied de guerre permanent,* donnerait à nos armées, pendant les premiers jours de la mobilisation, cette liberté d'esprit si nécessaire.

5) Vient enfin le Morvan. Il est classique d'envisager une retraite dans sa direction et de se figurer l'afflux, dans cette région, des réserves de la France pour la reprise d'une campagne offensive sur les communications de l'ennemi, si celui-ci persistait dans sa marche sur Paris.

Les rapports faits à la commission supérieure de défense indiquent, à cet effet, l'importance des positions de Dijon et de Chagny comme débouchés éventuels vers la Saône, préconisent la construction de forts d'arrêt pour maîtriser les débouchés au nord et à l'ouest, apparemment vers Saulieu, enfin signalent la position de Nevers comme celle d'une tête de pont à créer sur la Loire pour assurer

la liaison du Morvan avec l'intérieur de la France. Ils oublient, à notre avis, l'essentiel : c'est la nécessité de permettre à notre armée battue de faire sa retraite, d'arriver au Morvan avec un reste de force vive, de n'avoir pas semé son matériel sur toutes les routes.

Pour préparer ce résultat, il n'y a qu'un procédé : c'est de donner à notre armée le moyen de rompre le combat et de se soustraire au contact de ses adversaires. C'est en réfléchissant à cela qu'on se rend compte de l'utilité d'une place, envisagée le plus souvent à un tout autre point de vue : celle de Langres. Autant nous faisons bon marché de cette grande place lorsqu'il s'agit pour elle de tenir les routes du plateau contre une armée venant de la vallée de la Saône, autant nous la considérons comme dangereuse si on veut en faire un camp retranché où l'armée battue plus au nord se retirerait, autant nous la considérons comme utile si elle doit fournir à cette armée le moyen de se dérober, en constituant par son grand périmètre une zone que nous pouvons traverser à notre aise, tandis que l'ennemi ne le pourra.

Allons hardiment plus loin dans cette voie et parlons pour Chaumont. Jetons un coup d'œil sur la carte : ne voyons-nous pas tous les chemins de fer, toutes les routes qui intéressent la retraite éventuelle que nous visons en ce moment passer par ces deux points : Langres et Chaumont? Supposons-les tenus, et largement tenus, occupés par des troupes de deuxième ligne, auxquelles l'éloignement relatif des régions où se seront passés les premiers chocs aura laissé le temps de s'asseoir à leur aise et permis de conserver leur calme, la poursuite marquera un temps d'arrêt, la retraite se régularisera, *les transports en chemin de fer redeviendront possibles*. Faut-il ajouter que la constitution particulière du sol et cette circonstance géologique qui modifie le facies des terrains de l'auréole médio-jurassique du pays de Briey à la montagne de Langres en passant par le Bassigny, sont faites pour aider à

obtenir ce résultat? et ceux qui ont eu la patience de nous lire ne savent-ils pas que, grâce à l'atrophie des assises argileuses, les grands champs de manœuvre de la Woëvre ont fait place, dans la région qui nous intéresse en ce moment, à une *Haye amplifiée* qui garnit tout l'intervalle compris entre nos deux places hypothétiques de grandes forêts que ne traverse, dans le sens visé, aucune voie de communication importante?

On voit donc que, même dans ces considérations d'ordre général, la géologie a son rôle et qu'elle nous a amenés à quelques remarques qu'il était peut-être utile de faire en ce moment où l'on paraît vouloir revenir sur ce qui a été décidé il y a un quart de siècle et où on a ainsi permis à la discussion de s'ouvrir de nouveau sur un sujet qui a semblé pendant quelque temps ne comporter que des actes de foi.

Il nous reste à formuler un souhait. C'est celui que notre étude ait la bonne fortune de dessiller les yeux au plus grand nombre d'officiers possible et de leur faire comprendre la nécessité de se mettre au travail pour posséder le petit fonds géomorphogénique qu'il est indispensable d'avoir si l'on veut comprendre réellement quelque chose aux formes du sol. Sans doute, on ne nous suivra pas tout d'abord et on continuera les vieux errements. Nous entendrons dire, comme nous l'avons déjà entendu, que « les vrais militaires pratiques n'ont cure de l'archéologie de la terre ». Nous verrons persister à montrer dans un bassin parisien, *qui n'a jamais existé,* les sept fameuses crêtes qui ne sont ni des crêtes, ni au nombre de sept. On continuera à dire que ce sont des *remparts* naturels et on voudra toujours les défendre. Mais il faudra bien un jour se rendre à l'évidence et professer la vérité. Nous aurons à ce moment la satisfaction d'ordre tout intime de songer que notre école aura montré le chemin aux autres.

O. Barré,
Chef de bataillon du génie.

LES

CONSTRUCTIONS EN BÉTON ARMÉ

CALCULS DE RÉSISTANCE — DÉTAILS D'EXÉCUTION

Dans une notice, vieille déjà de plusieurs années [1], nous avons signalé les avantages de l'emploi, dans les ouvrages de construction, du fer noyé dans le mortier ou le béton de ciment et, après avoir décrit quelques-uns des principaux modes d'exécution de ces ouvrages, nous avons résumé les théories émises au sujet de leur résistance et donné diverses formules pratiques proposées ou employées pour le calcul de leurs dimensions.

La vogue croissante de ce système de construction et l'importance considérable qu'il a prise en quelques années nous dispensent de revenir sur ses avantages, aujourd'hui à peu près incontestés. Il n'est pas besoin non plus de démontrer la nécessité, ou tout au moins l'utilité, pour les officiers du génie, de connaître les ressources qu'il leur offre ainsi que la façon dont il doit être employé pour offrir toute sécurité.

En vue de leur permettre d'atteindre plus facilement ce but et de leur éviter des recherches parfois laborieuses, nous nous proposons de compléter notre première notice par l'indication des progrès faits dans ces dernières années, tant dans la théorie de la résistance des pièces ar-

1. Voir *Revue du génie*, 1895, t. IX, p. 480, et t. X, p. 1.

mées que dans leur mode d'exécution. Nous réparerons en passant quelques-unes des nombreuses omissions que nous avions commises, mais sans avoir toutefois la prétention d'en éviter de nouvelles : le nombre des publications et des brevets concernant la matière est en effet considérable[1].

---

1. *Principales sources de renseignements.*

Bechmann et Launay, ingénieurs des ponts et chaussées. — Notice sur les travaux de l'aqueduc et du parc agricole d'Achères. (*Annales des ponts et chaussées,* 1897.)

Boileau, architecte. — Le ciment armé. (Journal *l'Architecture,* 1896)

Bonna, ingénieur civil. — Nouveau système de tuyau pour canalisations de toutes sortes. (Journal *le Ciment,* 1898.)

Considère, ingénieur en chef des ponts et chaussées. — Influence des armatures métalliques sur les propriétés des mortiers et bétons. (*Le Génie civil,* 4, 11, 18, 25 février 1898.)

Hennebique, ingénieur civil. — Mémoires sur les ouvrages en béton armé.

Husson, adjoint du génie. — Mémoire sur les procédés d'exécution des ouvrages en béton armé.

L. Lefort, ingénieur en chef des ponts et chaussées. — Calcul des poutres droites et planchers en béton de ciment armé. (*Nouvelles annales de la construction,* 1898-1899.)

Stellet, ingénieur des ponts et chaussées. — Du calcul des planchers et poutres en ciment armé. (Journal *le Ciment,* 1897-1898.)

De Tedesco, ingénieur des arts et manufactures. — Du calcul des ouvrages en ciment armé. (Journal *le Ciment,* 1897.)

G. Y. — Fabrication et emploi du treillis métallique dit « métal déployé ». (*Revue technique,* 1896 à 1899.)

CALCULS DE RÉSISTANCE

I.

FORMULES DE M. HENNEBIQUE.

Un des constructeurs qui ont le plus contribué au succès des constructions en béton armé et qui en a fait exécuter un très grand nombre, tant en France qu'à l'étranger, M. Hennebique, calcule comme il suit les dimensions des pièces armées.

Pièces travaillant à la flexion. — Soit *e* (fig. 1) la largeur de la section de la pièce, que nous supposerons tout d'abord

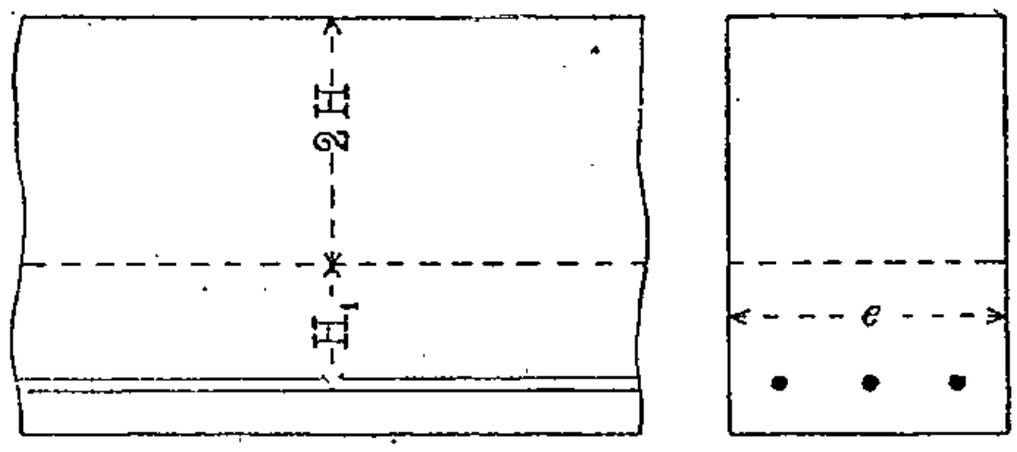


Fig. 1.

rectangulaire, et 2H la hauteur de la partie de cette section qui travaille à la compression. M. Hennebique compose le béton de 300 kg de ciment et de 1 m³ d'un mélange de sable et de gravier (1 de sable pour 3 de gravier) et il fixe à 25 kg par cm² la charge de sécurité à la compression qu'il convient de ne pas dépasser pour ce béton.

Il admet d'ailleurs :

1° Que toute la partie comprimée travaille uniformément à ce taux, qui par suite ne serait qu'une moyenne ;

2° Que le moment de cette compression uniforme, pris par rapport à la fibre neutre, doit équilibrer la moitié du moment fléchissant, le moment de la tension du fer par rapport au même axe équilibrant l'autre moitié.

Il ne tient pas compte de la tension du béton, mais il fixe à 10 kg par mm² la charge de sécurité qu'on peut imposer au fer ordinaire qu'il emploie pour les armatures, à l'exclusion de l'acier.

Dans ces conditions, M étant le moment fléchissant maximum en kgm, la hauteur de la partie comprimée de la section ou, ce qui est la même chose, la distance de la fibre neutre à la face comprimée sera donnée par l'équation

$$2He \times 250\,000 \times H = \frac{M}{2},$$

ou

$$(2H)^3 = \frac{M}{250\,000\,e}. \qquad (1)$$

De même, en appelant H_1 la distance du centre de gravité de l'armature à la fibre neutre et S la section de cette armature, on aura l'équation

$$10\,000\,000 \times SH_1 = \frac{M}{2}. \qquad (2)$$

Ces formules permettent de calculer 2H et S quand on connaît M, en choisissant arbitrairement e et H_1.

En ce qui concerne l'effort tranchant, M. Hennebique ne tient pas compte de la résistance du béton et il fixe à 6 kg par mm² l'effort limite qu'il convient de faire supporter au fer. Il semble qu'il serait facile, dans ces conditions, de vérifier si la section adoptée pour l'armature est suffisante, mais il y a lieu de remarquer, d'après le constructeur dont nous décrivons le système, que dans les poutres en béton, les efforts tranchants se manifestent par des fissures plus ou moins inclinées sur l'horizontale, mais dont l'inclinaison ne dépasse jamais 45°. Cela revient à dire qu'ils se compliquent d'efforts de glissement longitudinal.

Pour permettre aux pièces armées de résister à ces efforts, M. Hennebique compose l'armature pour moitié de barres rectilignes et pour l'autre moitié de barres coudées

(fig. 2 et 3) : au milieu de la pièce, ces dernières affleurent la face intérieure tendue ; à ses extrémités, elles affleurent la face supérieure comprimée. En outre, il dispose dans le béton des étriers verticaux en fer feuillard, embrassant

Poutre armée système Hennebique.

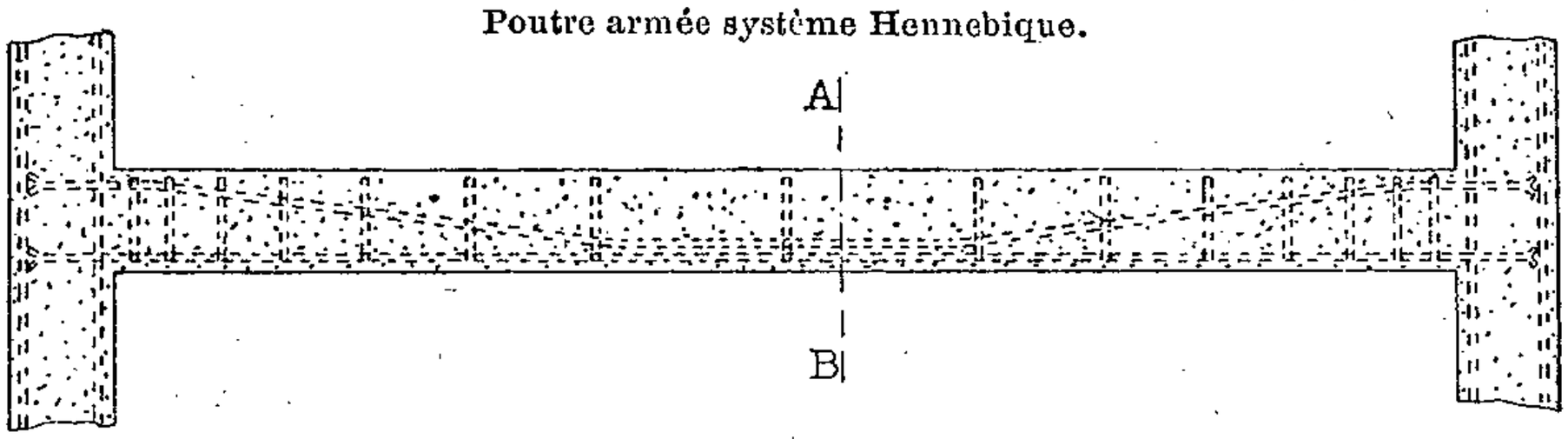


Fig. 2. — Élévation.

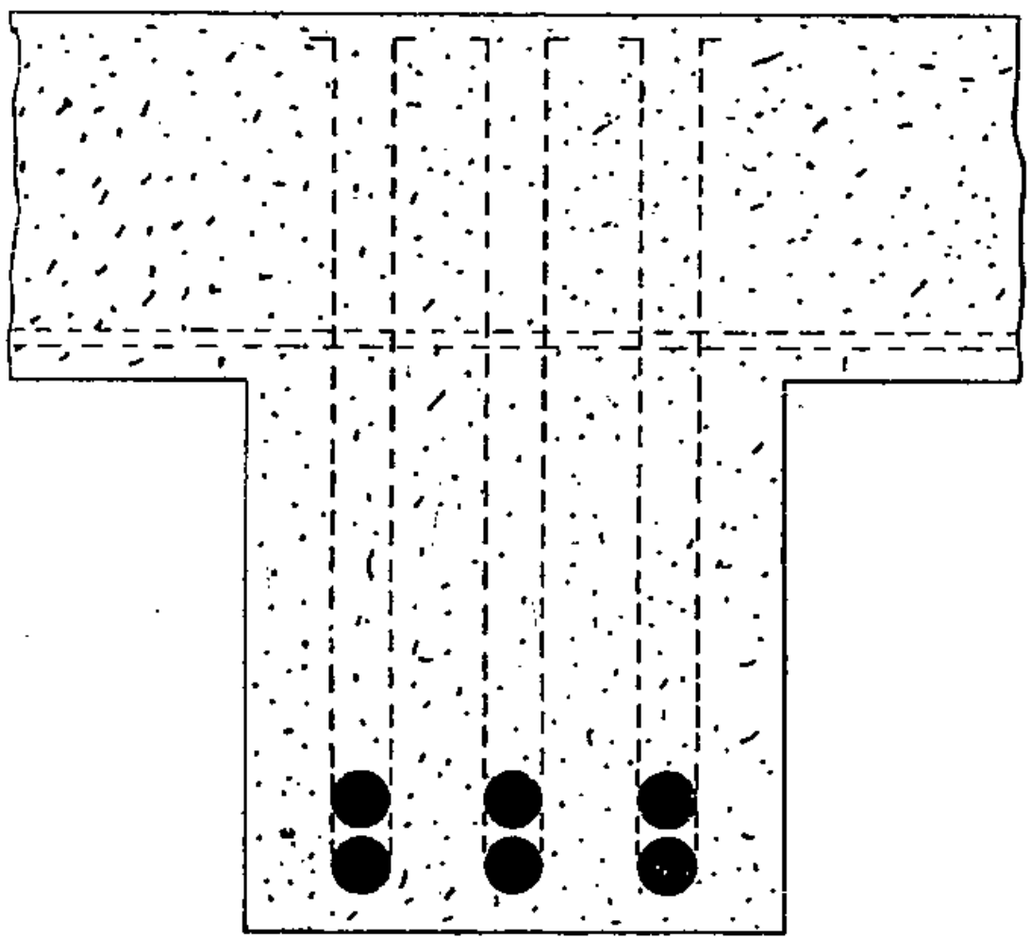


Fig. 3. — Coupe AB.

la partie inférieure de l'armature et légèrement repliés à la partie supérieure de la poutre. L'intervalle entre ces étriers, égal à $H_1 + \frac{4H}{3}$ au milieu de la pièce, diminue en se rapprochant des appuis de façon que leurs positions successives délimitent avec la courbe des efforts tranchants des aires équivalentes. La section de chacun d'eux est d'ailleurs calculée de façon à ce qu'ils puissent supporter la moitié de l'effort tranchant.

Nous avons supposé la section de la pièce rectangu-

laire ; quand il s'agit d'un plancher, M. Hennebique, avec beaucoup d'autres constructeurs, admet que l'ouvrage entier ne formant qu'un monolithe, l'aire ou hourdis concourt avec les solives à assurer la résistance finale et qu'on doit en tenir compte dans les calculs.

Soit donc (fig. 4) h la hauteur du hourdis, ε sa largeur, e la largeur de la solive, H et H_1 les distances de la fibre

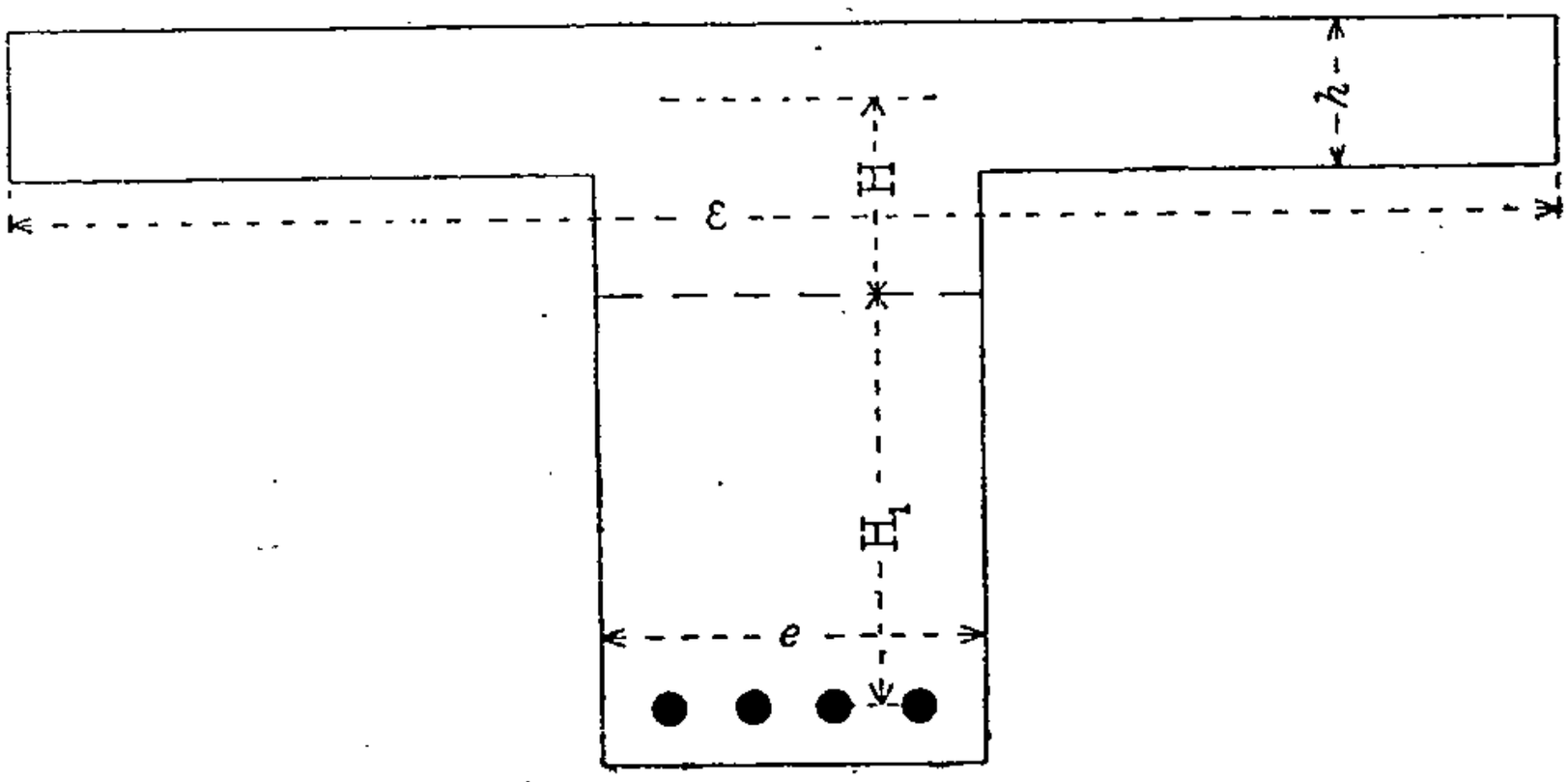


Fig. 4.

moyenne du hourdis et de l'axe de l'armature à la fibre neutre. En écrivant comme plus haut que le moment de la compression du béton et celui de la tension du fer par rapport à la fibre neutre sont tous deux égaux à la moitié du moment fléchissant, nous aurons les équations

$$(250\,000 \times h \times \varepsilon \times \mathrm{H}) + \frac{250000}{2}\left(\mathrm{H} - \frac{h}{2}\right)^2 \times e = \frac{\mathrm{M}}{2}, \quad (3)$$

$$\mathrm{H_1 S} \times 10\,000\,000 = \frac{\mathrm{M}}{2}. \quad (4)$$

Elles permettent de calculer $\mathrm{H_1}$ et S quand on connaît M et qu'on choisit arbitrairement les autres variables.

Les dimensions des poutres en T formées par les solives et le hourdis étant déterminées, M. Hennebique achève de calculer les dimensions du hourdis et en particulier la section de l'armature par la méthode applicable aux pièces de section rectangulaire.

Toutefois, en raison de la liaison du hourdis et des so-

lives, il admet que le premier est à demi-encastré et, dans le cas d'une charge uniformément répartie p par mètre courant et d'une portée l, il évalue le moment fléchissant maximum à $\frac{pl^2}{10}$, valeur peu différente de la moyenne des moments correspondant au cas de l'encastrement parfait d'une part et à celui de la poutre librement posée sur ses appuis d'autre part.

Pièces travaillant à la compression. — M. Hennebique constitue l'ossature des pièces travaillant à la compression, telles que les piliers, au moyen de fers ronds verticaux reliés de distance en distance (tous les 40 ou 50 cm environ) par des entretoises horizontales (fig. 5) : ces entre-

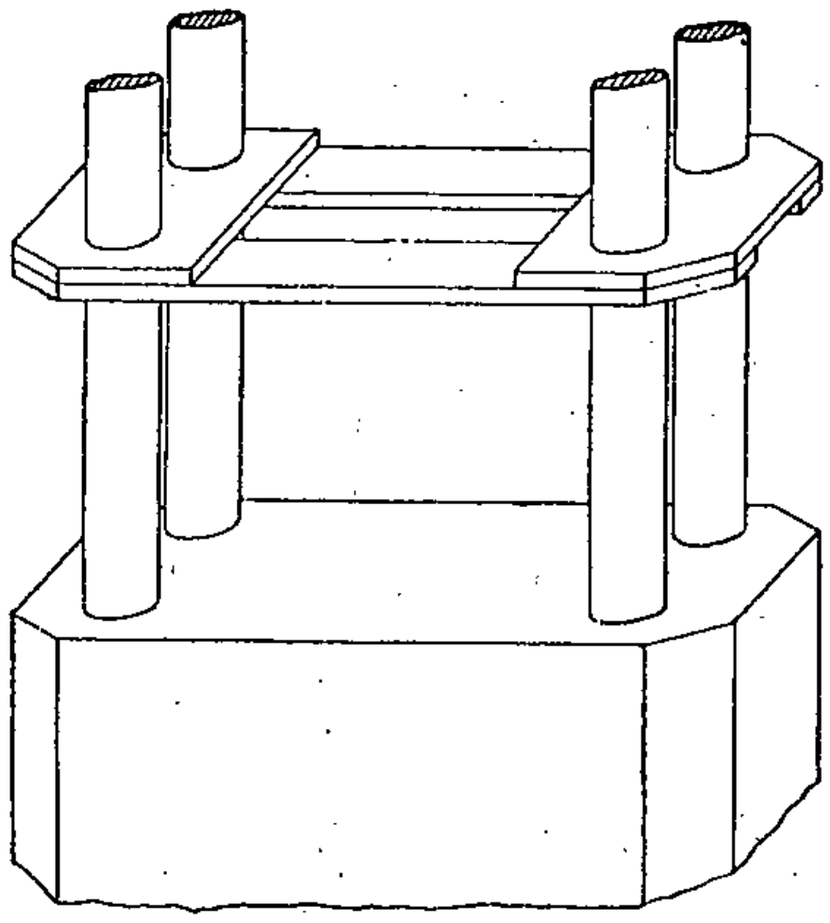


Fig. 5.

toises ne sont le plus souvent que de simples plaques de tôle percées de trous dans lesquels on enfile les fers.

La section du béton qui enveloppe l'ossature et celle des fers ronds se calcule en évaluant respectivement à 25 kg par cm^2 et 10 kg par mm^2 la charge limite qu'il convient de leur imposer.

Pièces travaillant à la traction. — Dans les pièces travaillant à la traction simple, M. Hennebique ne tient aucun

compte de la résistance du béton. Leur calcul semble donc facile.

Valeur des formules précédentes.

Que faut-il penser de la valeur théorique des formules précédentes et quelle confiance doit-on leur accorder dans la pratique ?

Les formules relatives à la flexion reposent sur deux erreurs théoriques, l'uniformité de la compression du béton et l'égalité des moments résistants du béton et de l'armature.

L'emploi d'étriers verticaux pour résister à l'effort tranchant n'est pas justifié. Ce dispositif paraît plutôt de nature à éviter une séparation et un glissement longitudinal, les unes sur les autres, des différentes couches de béton. Ce phénomène s'observe très nettement dans les essais au choc, où des fissures horizontales se forment surtout au niveau des armatures : il peut provenir aussi de malfaçons et en particulier d'une exécution trop lente.

Dans le cas des planchers, en raison de l'exécution successive et souvent à de longs intervalles des solives et du hourdis, il ne semble pas légitime d'admettre leur solidarité complète et l'on devrait calculer séparément les premières comme le second.

Enfin, pour les pièces travaillant à la compression il n'est pas tenu compte du flambage.

Les formules employées par M. Hennebique manquent donc d'exactitude, au point de vue théorique. Elles sont seulement l'expression de règles empiriques, qui ne peuvent pas être établies rigoureusement au moyen des principes connus de la résistance des matériaux et qui ne permettent pas de se rendre un compte exact de ce qui se passe dans la réalité.

Au point de vue de la pratique, il ne s'ensuit pas qu'on doit rejeter ces formules et ne leur accorder aucune con-

fiance. Tout d'abord, en effet, elles ont pour elles la sanction de l'expérience. Parmi les innombrables ouvrages dont elles ont servi à déterminer les dimensions et dont beaucoup paraissaient très hardis, très peu jusqu'à présent ont donné des mécomptes : encore ces mécomptes ont-ils pu souvent être attribués à des malfaçons.

D'autre part, elles sont simples et commodes et conduisent en général à des dispositions très économiques.

Enfin, nous verrons par la suite, en les comparant à d'autres formules établies avec une rigueur bien plus grande, qu'elles donnent en général la sécurité qu'il convient, ni trop grande, ni trop faible.

On ne saurait donc rendre trop de justice à leur auteur ainsi qu'à tous les hommes pratiques qui ont contribué à faire apprécier les avantages des ouvrages en béton armé. Comme la plupart des inventeurs, ils ont remplacé par l'intuition et le sens pratique ce qui pouvait leur manquer par ailleurs.

II

TRAVAUX DE MM. DE TEDESCO, STELLET, L. LEFORT.

Dans notre précédente étude, nous avons donné des exemples de poutres en béton armé destinées à travailler à la flexion et comportant deux armatures rectilignes placées l'une à la partie inférieure, l'autre à la partie supérieure des pièces (système Cottancin).

Dans ces types de poutres, l'armature inférieure était beaucoup plus forte que l'autre : le rôle de celle-ci n'était d'ailleurs pas très bien défini.

MM. de Tedesco, ingénieur des arts et manufactures, Stellet et Lefort, ingénieurs des ponts et chaussées, ont proposé récemment de généraliser ce système, mais en constituant les deux armatures identiquement de la même façon.

Armature symétrique.

On peut résumer comme il suit les motifs qui militent, d'après M. Lefort[1], en faveur de l'adoption de ce système de la double armature symétrique et les conséquences qui en résultent.

Considérons (fig. 6) un prisme droit en béton de ciment dont la section droite a une largeur B et une hauteur H et

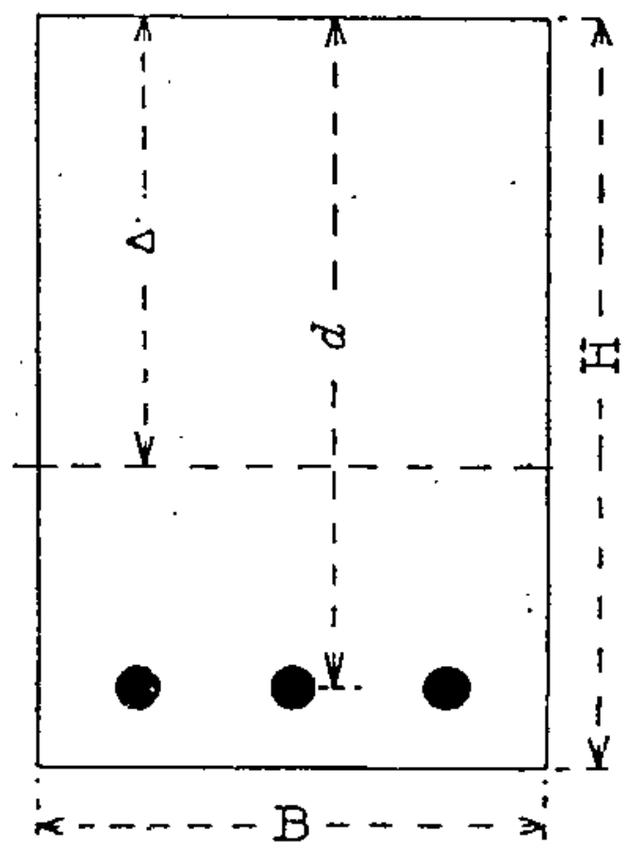


Fig. 6.

dans lequel se trouve enchâssée une armature de forme et de position quelconques assujettie seulement à être symétrique par rapport au plan vertical passant par l'axe du prisme.

Admettons pour ce prisme hétérogène le principe de la conservation des sections planes et cherchons à déterminer la position que prendra la fibre neutre sous un effort de flexion.

Si le béton existait seul, cette fibre se trouverait à la distance $\frac{H}{2}$ de la face supérieure du prisme (en supposant toutefois que le coefficient d'élasticité du béton est le même à la traction qu'à la compression).

---

1. *Nouvelles annales de la construction*, janvier à décembre 1898 ; janvier et février 1899.

Si le fer existait seul, cette fibre passerait, dans chaque section, par le centre de gravité de la section du fer, à la distance d de la face supérieure.

Dans la pièce hétérogène, la fibre neutre se trouvera placée entre les deux précédentes et pour en déterminer la position il suffit de donner à chaque matière une densité proportionnelle à son coefficient d'élasticité (en admettant que la valeur de ce coefficient n'est modifiée, pour aucune des deux matières, par la présence de l'autre).

Soient, dès lors, 2S la surface de la section du fer, E son coefficient d'élasticité, E′ celui du béton et $K = \frac{E}{E'}$ le rapport de ces deux coefficients.

La surface hétérogène totale équivaudra à une surface homogène de béton ayant pour expression

$$\Omega = 2KS + BH, \qquad (1)$$

et la distance Δ de son centre de gravité à la face supérieure s'obtiendra en prenant les moments par rapport à cette face.

$$\Delta = \frac{2KSd + \frac{BH^2}{2}}{2KS + BH} = \frac{H}{2} + \frac{KS\,(2d - H)}{BH + 2KS}. \qquad (2)$$

Cette distance ne diffère d'ailleurs pas de celle de la fibre neutre à la face considérée.

La détermination des moments d'inertie de chacune des deux matières par rapport à la fibre neutre de la pièce ne donne lieu à aucune difficulté. L'expression de ces moments, L, L′, est, en appelant I et I′ les moments d'inertie propres du fer et du béton, pour le fer

$$L = I + 2S\,(d - \Delta)^2, \qquad (3)$$

pour le béton

$$L' = I' + BH\left(\Delta - \frac{H}{2}\right)^2. \qquad (4)$$

Dès lors, il est facile d'établir l'équation d'équarrissage. Soit M le moment fléchissant pour la section considérée, ρ le rayon de courbure de l'axe neutre déformé, v la dis

tance de la fibre de métal la plus fatiguée à la fibre neutre, v' la distance analogue pour le béton, R et R′ les efforts limites admissibles par unité de surface pour le métal et le béton. En vertu de l'indépendance des effets des forces, on a

$$\frac{EL}{\rho} + \frac{E'L'}{\rho} = M. \qquad (5)$$

Mais

$$\frac{R}{v} = \frac{E}{\rho} \qquad (6)$$

et

$$\frac{R'}{v'} = \frac{E'}{\rho}. \qquad (7)$$

Par suite :

$$\frac{RL}{v} + \frac{R'L'}{v'} = M. \qquad (8)$$

Les équations (6) et (7) donnent

$$\frac{R}{v} = \frac{E}{E'} \times \frac{R'}{v'} = K\frac{R'}{v'}. \qquad (9)$$

En éliminant soit $\frac{R}{v}$, soit $\frac{R'}{v'}$ entre les équations (8) et (9) on obtient les formules :

$$R \times \frac{KL + L'}{v} = KM, \qquad (10)$$

$$R' \times \frac{KL + L'}{v'} = M, \qquad (11)$$

qui ont la même forme que la formule connue relative aux poutres homogènes : $R\frac{I}{v} = M$.

Les formules (10) et (11) permettent de calculer les dimensions d'une pièce quelconque, à la condition que K, R et R′ soient connus. Si l'on en fait l'application à des poutres en béton, armées de barres rondes d'égal diamètre placées soit d'un seul côté, soit des deux côtés de l'axe et qu'on cherche les dispositions qui donnent le maximum et le minimum de résistance, on trouve qu'à égalité de sec-

tion totale du métal, le maximum de résistance correspond au cas de la double armature, symétrique par rapport au plan diamétral horizontal de la poutre, et le minimum au cas de l'armature unique.

Étant données les hypothèses admises, il était facile de prévoir ce résultat.

M. Lefort en conclut que la poutre à double armature symétrique doit être exclusivement employée. A la poutre à simple armature il reproche, indépendamment de sa faible résistance relative, un manque de liaison entre le métal et le béton, qui oblige à lancer dans la masse de celui-ci des étriers en fer feuillard ou en fil de fer, un manque de sécurité provenant des malfaçons à craindre dans la confection du béton, enfin le défaut de ne convenir exclusivement qu'au cas où il n'existe aucun encastrement aux appuis, cas qui n'est que fort rarement réalisé d'une façon complète dans la pratique.

Formules abrégées. — L'application des formules précédentes exige la connaissance de R et R′, limites de résistance admissibles pour le métal et le béton et de K, rapport des coefficients d'élasticité des deux matières. R et R′ peuvent être facilement déterminés ; le coefficient d'élasticité du fer est connu et voisin de 20, les unités étant le kg, le mm^2 et le mm ; malheureusement, il n'en est pas de même de celui du béton et il reste à chacun le soin de le déterminer en se servant des matériaux dont il dispose et en admettant le dosage qu'il veut employer.

Des expériences effectuées à Asnières sous la direction de MM. Coignet et de Tedesco sur des poutres à double armature symétrique composées de béton à 500 kg de ciment par m^3 de sable et gravier auraient montré que, dans les limites assignées d'ordinaire au travail du fer, K, rapport des coefficients d'élasticité des deux corps, oscillerait autour d'une moyenne de 19. Toutefois, ce coefficient varierait avec la charge, de 13 à 26.

Pour le béton considéré, R′ serait égal à 56 kg par cm², tant à la traction qu'à la compression.

Les mêmes expériences auraient révélé que, dans les limites admises pour le travail du fer, les deux matières associées se partageraient inégalement l'effort de résistance : la part du béton serait de 40 p. 100, celle du fer de 60 p. 100.

M. Lefort se base sur ces résultats pour établir des formules abrégées déduites de celles que nous avons données plus haut (10). Dans celles-ci, il néglige les termes correspondant à la présence du béton et il remplace M par mM, m étant égal à 0,60.

On obtient ainsi, pour des barres rondes de rayon r, la distance des armatures étant h :

$$\frac{\mathrm{RS}h^2}{2} = m\mathrm{M}\left(\frac{h}{2} + r\right). \qquad (12)$$

Cette formule n'est applicable que lorsqu'on se rapproche des conditions des expériences précitées, c'est-à-dire lorsque la section du béton est égale à 25 fois au moins celle du fer.

En négligeant r vis-à-vis de $\frac{h}{2}$, ce qui revient à ne considérer que le travail moyen du métal, la formule (12) devient

$$\mathrm{RS}h = m\mathrm{M}. \qquad (13)$$

Si l'on suppose $\frac{2r}{h}$ voisin de $\frac{1}{10}$, comme cela se passe généralement, l'erreur relative commise en adoptant cette dernière formule est $\frac{1}{10}$, c'est-à-dire que le travail moyen du fer est égal aux $\frac{9}{10}$ de son travail maximum.

Enfin, en ne tenant aucun compte du travail du béton, ce qui conduit à donner à m la valeur 1, on a

$$\mathrm{RS}h = \mathrm{M}. \qquad (14)$$

Comparée à la formule (12), cette dernière donne une erreur relative 1/2 : la section trouvée dépasse de moitié celle qui suffirait. Pour la corriger, il suffit de majorer dans la même proportion la valeur de R.

Pour les poutres armées de barres rondes, on peut admettre un travail de 8 kg par mm^2 pour le fer et de 12 kg pour l'acier. Si l'on se sert de la formule (14), il faudra remplacer ces valeurs de R respectivement par 12 kg et 18 kg[1].

Résistance à l'effort tranchant. — Dans tout ce qui précède, on n'a eu égard qu'au moment fléchissant : il faut tenir compte aussi de l'effort tranchant. Reprenons les notations de la page 137 et soit A la valeur de l'effort tranchant dans la section considérée. Le métal et le béton résistent à cet effort proportionnellement à leurs surfaces et à leurs coefficients d'élasticité.

Le travail du béton sera $\frac{B\,H}{\Omega} \times A$ et celui du fer $\frac{2KS}{\Omega} \times A$.

Ces efforts s'ajoutent à ceux qui sont dus au moment fléchissant et doivent entrer en ligne de compte dans les calculs. Dans la pratique, on procèdera de la façon suivante :

On calculera d'abord la section des armatures par l'une des formules 12, 13 ou 14, de façon que la pièce puisse résister au moment fléchissant maximum. Cette section étant uniforme pour toute la portée se trouvera trop forte en certaines régions de la pièce et cet excès de résistance pourra suffire pour équilibrer l'effort tranchant ; dans les régions où il n'en serait pas ainsi, on emploiera des barres supplémentaires. Chaque cas particulier exige donc une étude spéciale.

---

1. L'auteur des recherches dont il s'agit a été conduit ultérieurement à adopter pour m la valeur de 0,80 au lieu de 0,60. Dans ces conditions, on doit prendre pour R les valeurs 9 kg et 13 kg.

Toutefois, s'il s'agit de poutres droites uniformément chargées et libres sur leurs appuis, M. Lefort démontre que les barres supplémentaires sont inutiles.

Si ces poutres droites uniformément chargées sont encastrées, on est conduit à employer aux appuis des barres supplémentaires d'une longueur égale à la distance des armatures et dont la section $S' = \frac{pl}{12 \times 10^6}$. Ces barres seront placées au milieu de la hauteur de la poutre.

Si enfin il s'agit de poutres uniformément chargées incomplètement encastrées, on les munira ou non de barres supplémentaires suivant que le paramètre α, qui entre dans l'expression $\frac{pl^2}{\alpha}$ du moment fléchissant aux appuis, est inférieur ou supérieur à 24. Ces barres auront d'ailleurs la même longueur et la même portée que ci-dessus.

Dans tous les cas, on ne doit pas faire travailler le métal au cisaillement à plus de 6 kg par mm² pour le fer et 9 kg pour l'acier.

Coefficient de sécurité — Des expériences d'Asnières dont il a été question plus haut, il résulterait que pour les poutres calculées d'après la méthode précédente, le coefficient de sécurité, c'est-à-dire le rapport entre la charge totale produisant la première fissure et celle qui correspond au travail maximum admis pour le fer, serait égal à 2. Toutefois, ce résultat, qui n'est basé que sur un très petit nombre d'expériences, ne doit être accepté que sous toutes réserves.

Les calculs auxquels conduisent les formules (12), (13) et (14) de la page 140 sont assez faciles. Néanmoins, en vue de simplifier encore les recherches, M. Lefort en a représenté le résultat dans des abaques qu'il ne nous est pas possible de reproduire ici. Ces abaques permettraient de déterminer immédiatement les dimensions d'une poutre en béton armé destinée à supporter des efforts de flexion connus, comme les tableaux annexés aux albums de toutes

les grandes forges permettent de le faire pour les poutres métalliques.

Critique des théories précédentes.

Les théories que nous venons de résumer reposent sur les hypothèses suivantes :

1° Dans le phénomène de la flexion, les sections planes des pièces en béton armé restent planes, comme dans les pièces homogènes de bois et de fer ;

2° Le coefficient d'élasticité du béton de ciment est le même à la traction qu'à la compression ;

3° Il reste constant dans les limites de charge usuelles ;

4° Sa valeur n'est pas modifiée par la présence des armatures.

La première de ces hypothèses est unanimement admise et son exactitude aurait été démontrée directement par des expériences effectuées par M. Rabut, ingénieur en chef des ponts et chaussées, sur des poutres construites par M. Hennebique.

Les trois autres sont démenties par les faits. L'égalité des coefficients d'élasticité à la traction et à la compression doit être admise pour les très faibles déformations : leur inégalité pour de très faibles charges serait en effet contraire au principe de la continuité auquel sont soumises les propriétés de la matière. Mais il n'en est plus de même quand les déformations augmentent et se rapprochent de la limite dangereuse ; le coefficient d'élasticité à la traction diminue beaucoup plus rapidement que l'autre. C'est un fait qui résulte de l'expérience.

En second lieu, la valeur du coefficient d'élasticité varie avec la charge : les expériences d'Asnières elles-mêmes ont montré qu'il pouvait passer du simple au double.

Enfin, il paraît indispensable d'admettre que la valeur du coefficient d'élasticité du béton est modifiée par la pré-

sence des armatures. En effet, tant que les pièces ne sont pas fissurées, il faut bien que les allongements du béton soient les mêmes que ceux du métal ; or, dans les constructions existantes, ceux-ci dépassent notablement l'allongement de rupture du béton. L'élasticité de ce dernier doit donc avoir été modifiée par la présence de l'armature.

Les formules établies par M. Lefort reposent donc sur des hypothèses inexactes et il n'y a pas lieu d'adopter d'une façon générale et absolue, comme il le propose, la double armature symétrique. Il n'est pas besoin d'ailleurs d'avoir recours au calcul pour en repousser l'emploi, car il est illogique de donner des armatures symétriques à une matière dont les propriétés sont essentiellement dissymétriques. C'est méconnaître absolument l'idée qui avait guidé les inventeurs du système et se priver bénévolement d'une grande partie des conséquences avantageuses qui en découlent.

L'emploi de deux armatures ne semble admissible que dans deux cas.

Le premier est celui dans lequel l'effort exercé sur la pièce peut changer de sens dans ses différentes sections : il en est ainsi quand il y a encastrement. La face supérieure pouvant supporter une tension au lieu d'une pression quand on passe d'une section à une autre, il peut être utile d'armer cette face comme la face inférieure ; mais il ne s'ensuit pas nécessairement que les armatures doivent être symétriques.

Le second cas est celui où la hauteur de la poutre, imposée par des convenances locales, conduit à faire travailler le béton comprimé à un taux excessif. Pour le soulager, on peut lui adjoindre une seconde armature ; toutefois, on arriverait au même résultat, peut-être plus simplement et plus économiquement, en augmentant sa résistance à la compression, c'est-à-dire sa teneur en ciment.

En résumé, les formules dont il vient d'être question ne pourraient être employées que comme des formules empiriques et dans ces conditions il convient de leur préférer celles de M. Hennebique qui ont pour elles la sanction d'expériences très nombreuses et déjà d'assez longue durée. Elles conduisent d'ailleurs à des résultats plus économiques.

III

TRAVAUX DE M. CONSIDÈRE.

M. Considère, ingénieur en chef des ponts et chaussées, a commencé récemment toute une série d'expériences, encore inachevées, qui, par leur précision, par leur caractère méthodique, par le souci de l'auteur de n'étudier que les phénomènes primordiaux dégagés de toute complexité, diffèrent essentiellement de toutes celles qui avaient été effectuées auparavant et semblent devoir donner la solution exacte du problème de la résistance du ciment armé.

L'exposé sommaire des résultats obtenus dans les premières de ces expériences a fait l'objet de deux notes adressées à l'Académie des sciences. La *Revue* les ayant publiées *in extenso* (1899, t. XVII, p. 160), nous y renverrons le lecteur. Ultérieurement, M. Considère en a donné dans une autre publication (*Génie civil*, 4, 11, 18, 25 février 1899) un compte rendu plus détaillé et il a indiqué en même temps les conséquences pratiques qui découlent des faits constatés.

En raison du haut intérêt qui s'attache à cette étude, nous ne nous contenterons pas d'en indiquer les conclusions, il convient de s'y arrêter plus longuement.

On s'était généralement borné jusqu'alors à soumettre aux essais de flexion des pièces posées sur deux appuis de niveau, soumises à l'action de poids disposés de différentes façons plus ou moins avantageuses, et à en mesurer les

flèches. Or, les allongements et les raccourcissements des différentes fibres, seules quantités dont la connaissance peut permettre de déterminer les lois de la résistance de la matière essayée, ne peuvent pas être déduits de ces observations, tout au moins après le dépassement de la limite d'élasticité ; la flèche est en effet la résultante des déformations de toutes les fibres. On a essayé quelquefois de mesurer ces allongements et ces raccourcissements, mais les procédés de mesure employés étaient peu précis et ils nécessitaient des refouillements du béton qui enlevaient toute valeur aux mesures. Enfin, la complexité des pièces essayées et des phénomènes observés rendait difficile, dans la plupart des cas, l'interprétation des résultats.

M. Considère a évité toutes ces difficultés en employant pour la mesure des déformations des appareils à miroir d'une grande sensibilité et en disposant les charges d'épeuve à l'extrémité d'une sorte de potence dont le prisme essayé formait le bras vertical. De cette façon, dans toutes les sections du prisme comprises entre les encastrements des extrémités, l'effort tranchant (somme des projections des forces extérieures sur le plan de la section) était nul et le moment fléchissant (somme des moments des forces extérieures par rapport au centre de gravité de la section) était constant et égal à Pl (fig. 7). La pièce n'était sou-

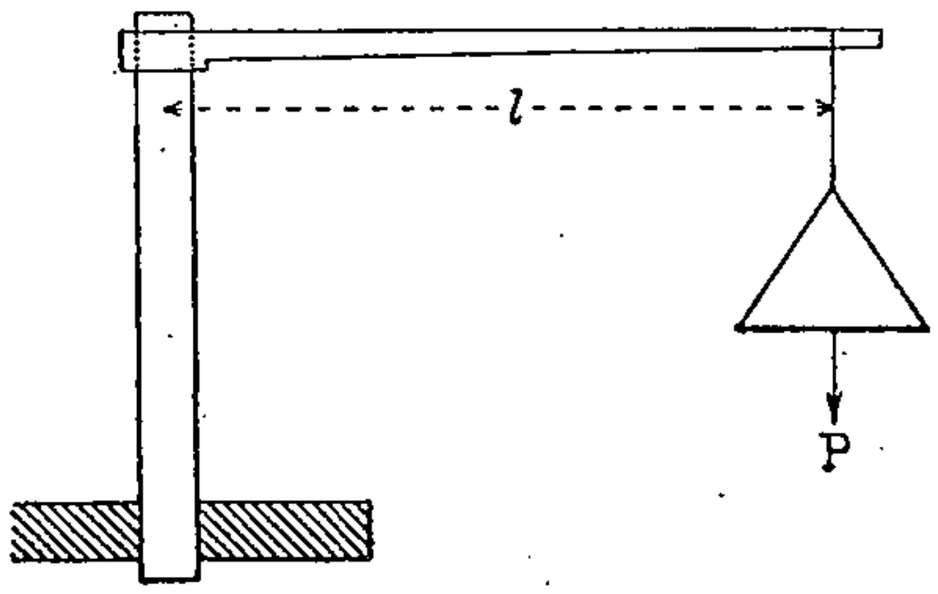


Fig. 7.

mise qu'à une compression et à une flexion simples et les allongements et raccourcissements des fibres devaient être uniformes dans toute leur longueur.

On connaît par les notes à l'Académie dont il a été question plus haut les résultats obtenus. La face tendue des prismes de béton armé s'est allongée, sans altération ni fissure, d'une quantité huit fois plus grande que celle qui correspond à la rupture de prismes identiques non armés, soumis à la flexion et vingt fois plus grande que l'allongement maximum des mêmes prismes soumis à la traction simple.

On connaît également l'ingénieuse explication qu'a donnée de ces faits l'auteur des expériences. Elle consiste essentiellement à supposer que les fibres du béton sont rendues solidaires du métal par l'adhérence, par suite : leur allongement reste uniforme dans des limites plus étendues, la déformation dangereuse des sections les plus faibles, qui est l'analogue de la striction des métaux, se trouve retardée et la pièce peut subir sans s'altérer des efforts beaucoup plus considérables.

Détermination du coefficient d'élasticité du béton armé. — La mesure des déformations du béton sous l'action d'efforts connus permet de déterminer son coefficient d'élasticité.

Procédons à cette détermination pour de faibles charges, nous aurons ainsi la valeur du coefficient angulaire de la tangente à l'origine de la courbe des déformations.

Un prisme de 60 mm de hauteur et de 61 mm de largeur formé du mortier employé dans les expériences dont il s'agit, a été mis en charge sous l'action d'un moment de de 0,57 kgm, et l'application d'un moment supplémentaire de 4,61 kgm a produit un allongement de 0,045 mm par mètre des fibres les plus tendues et un raccourcissement de 0,036 mm par mètre des fibres les plus comprimées.

Nous admettrons pour le béton l'hypothèse classique de la conservation des sections planes dans la flexion : l'expérience en a d'ailleurs démontré l'exactitude. Nous pourrons par suite déterminer la position de la fibre neutre *o* (fig. 8).

$$ao = 33{,}33 \text{ mm}, \quad bo = 26{,}66 \text{ mm}.$$

Le bras de levier du couple résistant est $gg' = \frac{2}{3}.ab$ $= 40$ mm et l'on en déduit pour la valeur de la traction

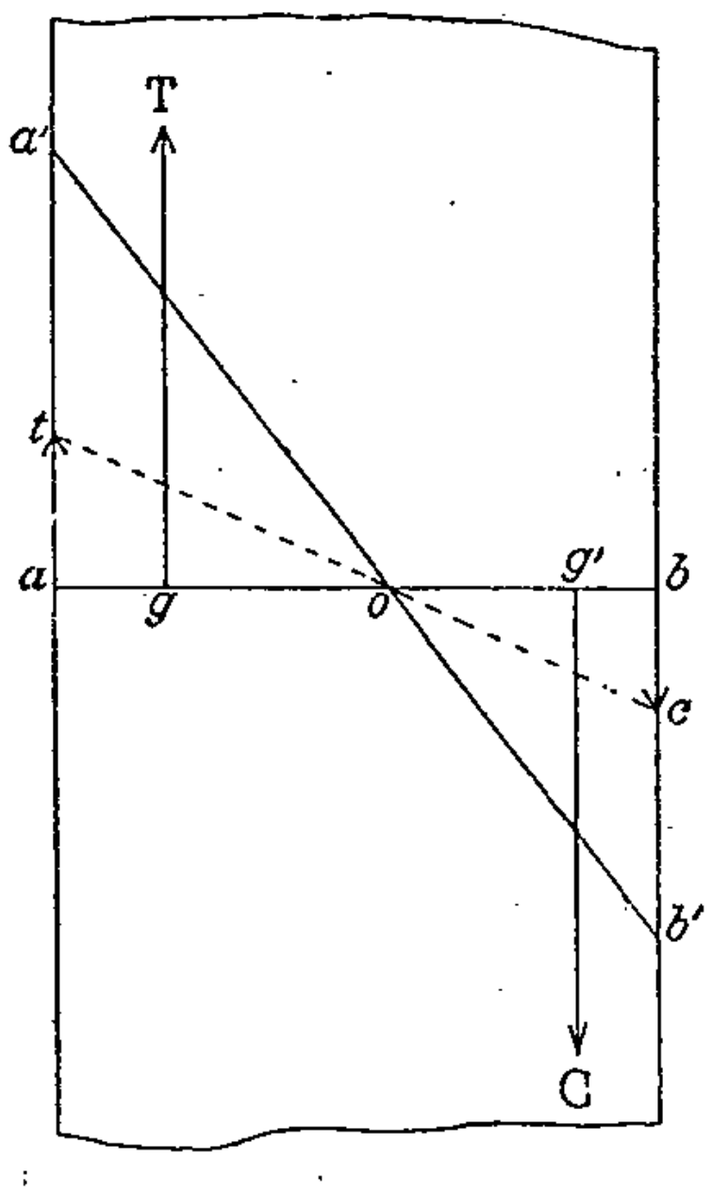


Fig. 8.

et de la compression totales : $T = C = \frac{4,61}{0,04} = 115,25$ kg.

Si la largeur du prisme était égale à l'unité (1 mm), cette traction et cette compression se réduiraient à $\frac{115,25}{61}$ $= 1,89$ kg.

Cette valeur est celle qui résulte de la flexion : mais le prisme a été soumis aussi à un effort de compression simple et l'allongement observé ne s'est produit que sous l'action de la différence de ces deux efforts.

Or, le poids qui a produit le moment fléchissant avait un bras de levier de 0,70 m, sa valeur était donc de $\frac{4,61}{0,7}$ $= 6,6$ kg et la compression simple exercée sur une largeur égale à l'unité de la section tendue du prisme atteignait $\frac{6,6 \times 33,33}{60 \times 61} = 0,0599$ kg. En définitive, l'effort

total exercé sur la surface tendue considérée était de $1,89 - 0,0599 = 1,83$ kg.

Soit *at* la traction par mm² exercée sur la fibre *aa'*, l'effort que nous venons de calculer est représenté par l'aire du triangle *tao* et par suite $at = \frac{2 \times 1,83}{ao} = 0,1098$ kg.

On en déduit la valeur du coefficient d'élasticité à la traction $E = \frac{0,1098}{0,045} = 2,44$, les unités étant le kilogramme et le millimètre.

On calculerait de même le coefficient d'élasticité à la compression. Pour les faibles charges l'expérience a prouvé qu'il ne diffère pas du précédent, à la condition toutefois que toutes les parties de la section du prisme aient été exécutées dans les mêmes conditions et, en particulier, également pilonnées.

Les tangentes à l'origine de la courbe des déformations étant connues, on conçoit qu'on puisse déterminer de proche en proche les divers points de cette courbe en recherchant les valeurs successives qu'il faut attribuer à la tension et à la compression pour obtenir les moments de flexion auxquels le béton a résisté. Cette détermination ne peut se faire que par tâtonnements parce qu'on ne connaît pas, quand la charge cesse d'être faible, le point d'application de la tension.

Il serait sans intérêt d'indiquer ici la forme de la courbe des déformations du béton employé dans les expériences dont il est question. La fabrication de ce béton avait été l'objet de soins tout spéciaux qu'on ne saurait réaliser dans la pratique.

Nous reproduirons seulement (fig. 9) la courbe qui correspond aux déformations du béton généralement employé par M. Hennebique et qui renferme 300 kg de ciment Portland par m³ d'un mélange formé de parties égales de sable et de petit gravier. La résistance de ce béton est au minimum de 12 kg par cm² à la traction et de 150 kg à la

compression et son coefficient d'élasticité sous faible charge est égal à 1,9.

Les abscisses représentent, à l'échelle de 0,05 m pour 1 millième, les allongements ou raccourcissements.

Les ordonnées représentent les efforts correspondants à l'échelle de 0,05 m pour 100 kg d'effort par cm².

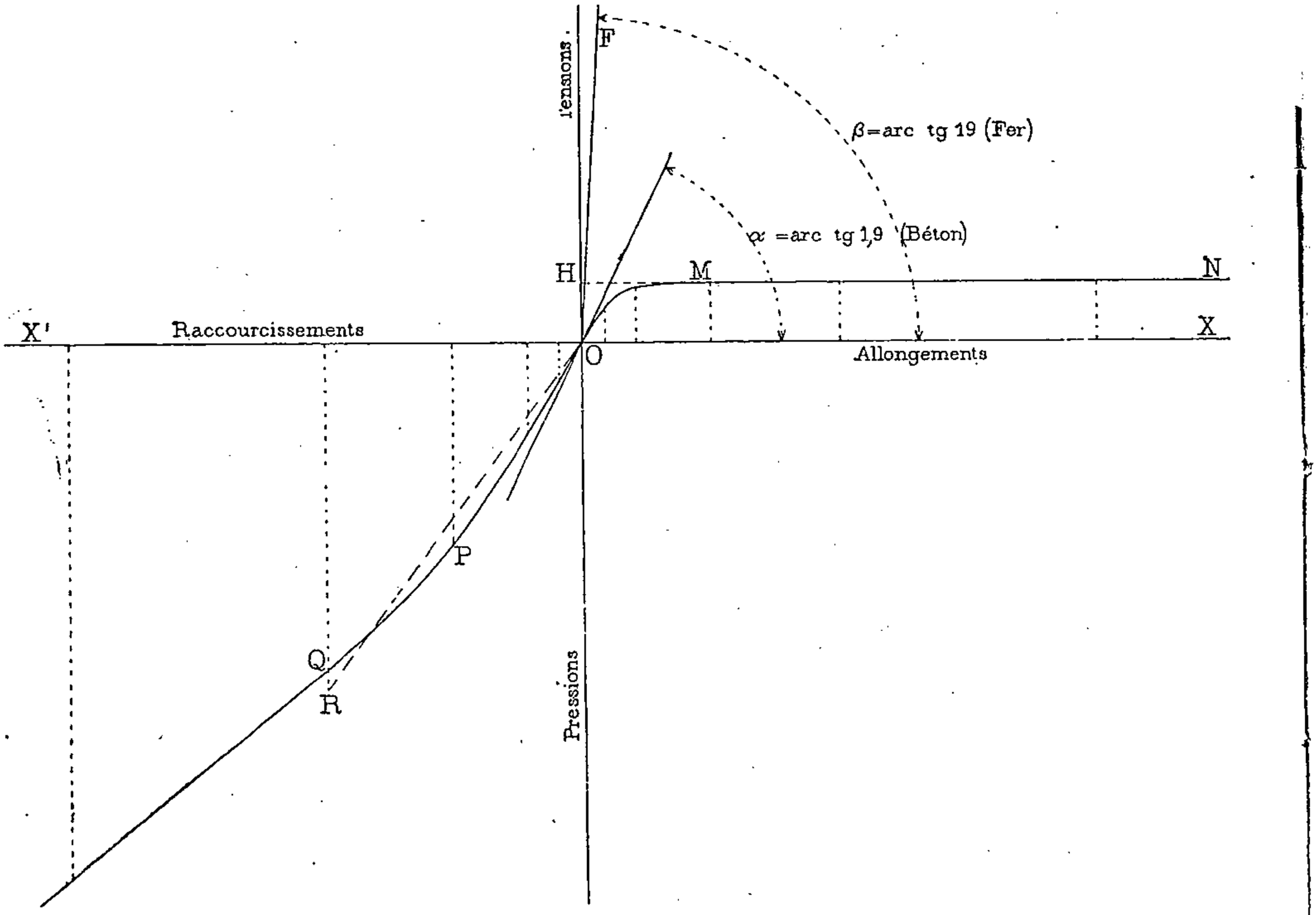


Fig. 9.

Il ne s'agit bien entendu que des allongements et raccourcissements que prend le béton quand il est armé.

Le tableau ci-après donne les abscisses et les ordonnées d'un certain nombre de points de la courbe.

Allongements ou raccourcissements .	millièmes	0,04	0,10	0,25	0,50	1,00	1,50
Tensions correspondantes. . . .	kg par cm²	7,5	11	12	12	12	12
Pressions	kg par cm²	7,5	18	40	65	105	150

On voit que les pressions augmentent de moins en moins vite à mesure que les raccourcissements s'accentuent, mais l'altération de l'élasticité est considérablement plus grande dans la traction. A partir d'une certaine limite, la tension ne s'accroît même plus quand l'allongement augmente.

Si l'on employait un béton d'une composition différente de celle qui a été indiquée ci-dessus, la courbe des déformations serait modifiée. Il y aurait lieu par suite, en vue de la déterminer, soit d'effectuer des expériences spéciales, soit mieux d'adopter les chiffres déjà donnés par les expérimentateurs et généralement admis. On ne procède pas autrement quand il s'agit du fer ou de l'acier.

L'exactitude absolue des chiffres n'a pas, dans la pratique, une très grande importance, comme nous le verrons par la suite ; néanmoins, M. Considère se propose de soumettre à la traction simple des prismes armés et il espère obtenir ainsi une plus grande précision.

Formules pour le calcul des pièces travaillant à la flexion. — La connaissance de la courbe des déformations des bétons armés permet de déterminer les efforts qui se produisent en tous les points du béton et du fer, dans une section quelconque d'une pièce armée donnée, travaillant à la flexion simple, quand on soumet l'une quelconque de ses fibres à un effort connu.

Cette détermination ne peut être faite d'*une façon exacte* que par tâtonnements, car la position de la fibre neutre n'est pas connue. On cherche la nouvelle position que doit prendre la section considérée pour que la fibre choisie, l'axe du fer par exemple, prenne l'allongement correspondant à l'effort donné et pour qu'en même temps les sommes des tensions et pressions du béton et du fer, que la courbe permet de déterminer, s'équilibrent.

Dans la pratique, en raison de l'irrégularité des propriétés du béton, il n'y a pas lieu de rechercher l'exactitude absolue et l'on peut se contenter d'une solution ap-

proximative. On remplacera donc, d'une part, la courbe d'allongement du béton O M N (fig. 9) par l'horizontale H N, qui se confond avec la plus grande partie de cette courbe : cela revient à supposer que toutes les fibres tendues du béton ont le même allongement et par suite la même tension. On substituera, d'autre part, la droite OR à la partie de courbe OPQ et l'on pourra ainsi résoudre le problème au moyen d'équations sans être obligé de recourir à des tâtonnements.

Soit (fig. 10) h la hauteur de la pièce et e son épaisseur, $h \times x$ et $h \times u$ les distances de la fibre neutre et du cen-

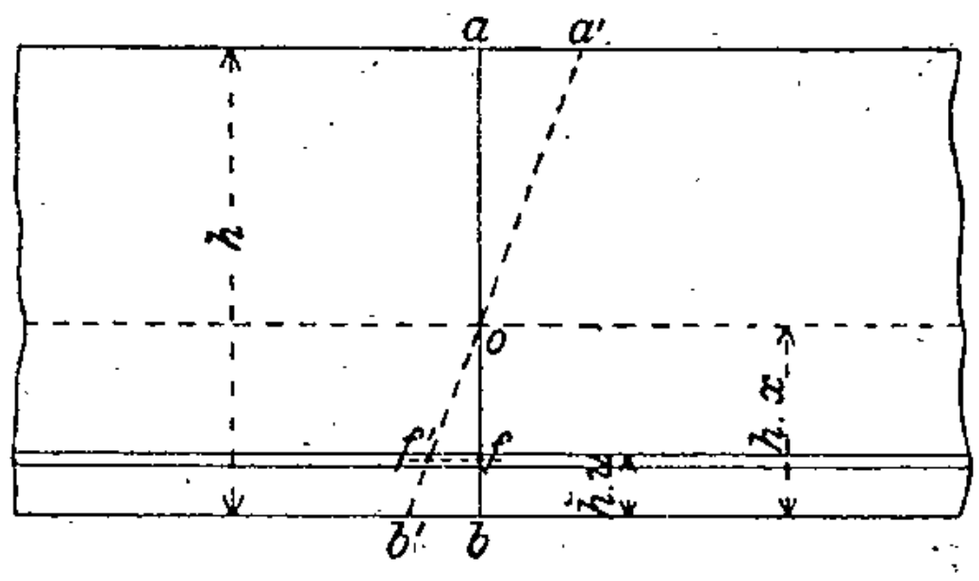


Fig. 10.

tre de gravité de l'armature à la face tendue de la pièce : nous exprimerons ces quatre quantités h, e, hx et hu en cm. Soit encore p la proportion du métal ou rapport de la section du fer à celle du béton, l la tension moyenne du métal en kg par mm² et E_f son coefficient d'élasticité, l'unité de longueur étant le mm et l'unité de surface le mm², c et t la compression et la tension des fibres les plus fatiguées du béton en kg par cm² et E_b le coefficient d'élasticité du béton comprimé, l'unité de longueur étant le mm et l'unité de surface le mm².

Si l'on admet que $E_f = 19$, pendant la période d'élasticité parfaite E_b, étant égal à 1,9 comme nous l'avons vu plus haut, $\frac{E_b}{E_f} = \frac{1}{10}$. A mesure que la déformation du béton comprimé augmentera, E_b diminuera et E_f restant constant

dans les limites de la pratique, la valeur du rapport $\frac{E_b}{E_f}$ diminuera également.

Nous avons d'abord (fig. 9)

$$c = 100\ E_b \times aa' \text{ et } l = E_f \times ff',$$

d'où :

$$\frac{c}{l} = \frac{100\ E_b}{E_f} \times \frac{aa'}{ff'}.$$

Mais l'hypothèse de la conservation des sections planes donne

$$\frac{aa'}{ff'} = \frac{ao}{of} = \frac{h - hx}{hx - hu} = \frac{1 - x}{x - u},$$

d'où :

$$\frac{c}{l} = \frac{100\ E_b}{E_f} \frac{1 - x}{x - u},$$

et, en posant $K = \frac{100\ E_b}{E_f}$,

$$c = Kl \frac{1 - x}{x - u}. \qquad (1)$$

Écrivons maintenant que la somme des tensions du béton et du fer est égale à la résultante des compressions du béton : nous aurons

$$ehxt + (peh \times 100l) = Kl \frac{1 - x}{x - u} \frac{h - hx}{2} e.$$

En effet si aa' représente la compression maxima c, la compression totale est représentée par l'aire du triangle aoa'. En simplifiant, il vient

$$tx + 100\ lp = \frac{Kl}{2} \times \frac{(1 - x)^2}{x - u}. \qquad (2)$$

Enfin, l'expression du moment résistant, en kilogrammètres, sera donnée par la formule

$$M = ehxt\left[\frac{hx}{2} + \frac{2}{3}(h - hx)\right] + phe\,100l\left[(hx - hu) + \frac{2}{3}(h - hx)\right],$$

qui devient, après simplification :

$$M = eh^2\left\{tx\frac{4 - x}{6} + 100lp\frac{x - 3u + 2}{3}\right\}. \qquad (3)$$

Les équations (1) et (2) ne contiennent ni e ni h et l'équation (3) ne contient pas K.

Pour déterminer au moyen de ces formules le moment de rupture de pièces armées travaillant à la flexion, on procédera comme il suit :

On commencera par choisir la nature du béton et du métal ; pour ce dernier, il importe de connaître la limite d'élasticité.

La connaissance de cette limite a une grande importance. La plupart des expériences de rupture de poutres armées ont en effet démontré, quels que fussent d'ailleurs les procédés employés pour les essais, que les premières fissures apparaissent lorsque l'effort imposé à l'armature atteint sa limite d'élasticité. Ce résultat s'explique par ce fait qu'au moment dont il s'agit, le coefficient d'élasticité tombe brusquement au dixième et parfois même au cinquantième de sa valeur primitive. Le secours donné par le métal au béton, qui est proportionnel à ce coefficient, devient donc illusoire et le béton doit se fissurer. C'est ainsi que dans les poutres armées ordinaires, où la limite d'élasticité du métal est en général de 16 à 20 kg par mm^2, le béton se fissure quand l'allongement atteint la valeur correspondant à la tension précédente, c'est-à-dire environ 1 mm par mètre, tandis que dans les expériences de M. Considère, où l'armature était formée de fils de fer non recuits dont la limite d'élasticité dépassait 38 kg, l'allongement a pu s'élever jusqu'à 2 mm par mètre.

La nature du béton et du métal étant déterminée, on connaîtra t et K. On adoptera pour u la valeur convenable, qui dans la pratique reste sensiblement constante et voisine de 0,12, et l'on remplacera l par la limite d'élasticité de l'armature, en vue d'utiliser tout ce qu'il est possible de sa résistance.

On donnera alors à p successivement différentes valeurs,

telles que 0,01 — 0,02 — 0,03, etc., et la résolution des équations fera connaître x, c'est-à-dire la position de la fibre neutre, c et M ; la valeur de c ne devra pas dépasser la limite de résistance du béton à la compression.

Pour simplifier ces recherches, on peut établir d'avance, comme on l'a fait pour le fer, des tableaux permettant de calculer très rapidement le moment résistant de flexion que peut produire un prisme ayant des dimensions et une proportion de métal quelconques.

Nous reproduisons ci-après celui qu'a donné M. Considère : il est établi pour des prismes à section carrée de 1 cm de côté. On obtiendrait le moment d'un prisme de hauteur h et de largeur e, de même composition, en multipliant les moments qui figurent dans le tableau par $e\,h^2$, e et h étant exprimés en cm.

Ce tableau prévoit l'emploi, soit du béton maigre, tel que celui de M. Hennebique, et du fer de qualité ordinaire, soit d'un béton très riche associé au fer ou à l'acier résistant. Les résistances admises pour le béton sont inférieures aux moyennes généralement réalisées dans la pratique.

Dans les deux dernières colonnes on trouve la dépense par m^3 et par kgm de moment résistant. Pour le calcul des prix l'auteur a admis que le béton à 300 kg coûtait 45 francs le m^3, toutes sujétions de fabrication comprises, le béton très riche 65 francs, le fer 20 francs les 100 kg et l'acier 22 francs. Les prix du béton sont des moyennes, ils sont trop forts pour les massifs épais, trop faibles pour les planchers minces.

Les nombres de la dernière colonne n'ont qu'une valeur relative : ce sont les quotients de ceux des deux colonnes précédentes. Si les prismes considérés de 1 cm de côté avaient 10 cm de longueur, la dépense absolue par kilogrammètre s'obtiendrait en divisant les nombres de la dernière colonne par 1000. La comparaison de ces nombres entre eux n'est d'ailleurs licite que dans l'hypothèse où la section des pièces considérées a la même hauteur.

Tableau des résistances, prix, etc., des pièces en béton armé de diverses compositions.

Nos D'ORDRE.	NATURE DES MATÉRIAUX EMPLOYÉS. Métal.	Béton.	LIMITE D'ÉLASTICITÉ DU MÉTAL.	RÉSISTANCE DU BÉTON à la traction.	à la compression.	PROPORTION du MÉTAL.	RAPPORT $K = \frac{E_b}{F_f} \times 100$.	DISTANCE DE L'AXE NEUTRE à la face tendue.	PRESSION MAXIMA du béton.	MOMENT RÉSISTANT de flexion.	DÉPENSE PAR m³.	NOMBRES PROPORTIONNELS à la dépense par kgm.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
			kg/mm²	kg/cm²	kg/cm²			cm.	kg/cm²	kgm.	fr.	
1	Fer	A 300 kg	16	12	150	0,01	7,0	0,57	107	0,157	65	414
2	—	—	»	»	»	0,02	6,5	0.49	143	0,262	85	324
3	—	—	»	»	»	0,03	6,0	0,42	186	0,360	105	291
4	Fer	A 800 kg	»	30	360	0,01	10,0	0,57	193	0,216	85	393
5	—	—	»	»	»	0,03	9,0	0,46	231	0,417	125	299
6	—	—	»	»	»	0,04	8,7	0,42	264	0,516	145	281
7	Acier	A 800 kg	30	30	360	0,01	10,0	0,60	226	0,327	87	266
8	—	—	»	»	»	0,02	8,5	0,51	313	0,521	109	209

L'examen des nombres de ce tableau conduit à formuler un certain nombre de conséquences pratiques.

Conséquences de la théorie de M. Considère.

Déplacement de la fibre neutre. — On constate tout d'abord que les nombres de la colonne 9, qui représentent les distances de la fibre neutre à la face tendue exprimées en centièmes de la hauteur du prisme, diminuent quand le pourcentage du métal augmente. Ce résultat pourrait être prévu : en effet, si l'une des parties de la section présente un coefficient d'élasticité moyen moindre que celui de l'autre, elle doit évidemment avoir une plus grande section pour compenser l'infériorité des efforts par unité de surface qui s'y développent. Par suite, la fibre neutre doit toujours s'en éloigner plus que l'autre.

La fibre neutre doit même se déplacer dans une pièce donnée au cours du chargement. Au début, l'élasticité du béton étant parfaite, la partie armée a un coefficient d'élasticité plus élevé que l'autre et la fibre neutre est comprise entre l'armature et l'axe de symétrie de la pièce. A mesure que la charge augmente, l'élasticité du béton tendu s'altère de plus en plus tandis que celle du béton comprimé ne varie que très peu. La fibre neutre doit donc se déplacer en s'éloignant de l'armature. Ce fait ne résulte pas du tableau précédent, mais il a été vérifié d'une façon très nette dans les expériences dont nous venons de rendre compte.

Proportion maximum du métal. — L'examen des nombres de la colonne 11 montre que la résistance à la flexion croît avec la proportion du métal. Il en est de même de la dépense, mais l'accroissement de celle-ci est beaucoup moins rapide. Il y a donc avantage à augmenter la proportion du métal ; toutefois, celle-ci ne doit pas dépasser la limite correspondant à la charge d'écrasement du béton. En tenant compte de cette condition, on déduit des nom-

bres du tableau, par interpolation, la valeur limite de la proportion du métal. Dans le cas du béton à 300 kg, elle est égale à 0,0217.

Si la pièce devait être soumise à des efforts répétés et non permanents, il serait même prudent de se tenir au-dessous de cette limite. On est encore fort peu renseigné sur les effets que produit dans les mortiers et bétons la répétition des efforts : cependant, on peut conclure du résultat des recherches qui ont été déjà faites qu'il est prudent de ne pas dépasser dans ce cas les deux tiers de la charge de rupture. Par suite, la proportion de métal dans les pièces en béton de 300 kg ne doit pas dépasser 0,008.

Influence des qualités du béton et du métal sur la résistance à la flexion. — A défaut d'expériences, le simple bon sens eût suffi pour faire prévoir que la résistance des pièces croît quand la résistance du béton, c'est-à-dire sa teneur en ciment, augmente et aussi que le pourcentage du métal peut et doit croître avec la résistance du béton.

Le tableau le démontre surabondamment. Par inter- et extrapolation des nombres de la colonne 10, on trouve qu'avec du béton à 800 kg la proportion limite de l'armature s'élève à 0,056 ou à 0,033, suivant que les efforts sont permanents ou répétés.

Les nombres des deux dernières lignes du tableau prouvent en outre que le choix, pour la constitution des armatures, d'un métal à limite d'élasticité élevée, tel que l'acier dur, permet d'obtenir les mêmes résultats que l'augmentation du pourcentage dans le cas d'emploi d'un métal plus doux, tout en réduisant la dépense. Toutefois, cet avantage est compensé par une plus grande fatigue imposée au béton comprimé ; en outre, il faudra éviter de faire subir au métal tout travail pouvant produire un écrouissage qui le rendrait très fragile. — Cette dernière considération est, à notre sens, de nature à faire écarter le plus souvent l'acier dur des constructions en béton armé ou

tout au moins d'obliger à la plus grande prudence si l'on y a recours.

Influence des qualités du béton et du métal sur la dépense. — Il résulte des examens des nombres des colonnes 12 et 13 du tableau qu'à résistance égale c'est l'emploi du béton riche et de l'acier qui sera le plus économique.

Toutefois, cette conclusion appelle quelques restrictions. L'une est relative à la fragilité du métal, et nous l'avons déjà faite plus haut. L'autre est basée sur ce fait que l'emploi de matériaux très résistants conduira à diminuer les dimensions des pièces ; par suite, la dépense, proportionnelle à leur hauteur, diminuera moins vite que la résistance, proportionnelle au carré de la même hauteur.

Dans la pratique, il semble que la solution la plus avantageuse à tous égards consistera à employer des dosages intermédiaires entre 300 et 800 kg et des aciers de résistance moyenne.

Détermination de la proportion de métal la plus économique. — *A priori,* il est probable que la proportion pour laquelle le fer et le béton comprimé arrivent simultanément aux limites de travail dangereuses doit donner le maximum d'économie.

Pour vérifier qu'il en est réellement ainsi, il suffit d'introduire dans la formule (1) précédemment donnée les valeurs limites de c et de l, d'en tirer la valeur de x et de la porter dans la formule (2) qui donne alors la valeur cherchée de p.

Les tableaux ci-dessous indiquent les résultats de ce calcul ainsi que la valeur du moment résistant et de la dépense par kilogrammètre pour la proportion la plus économique et pour d'autres inférieures et supérieures. Les nombres qui correspondent à la première proportion sont en caractères italiques.

La proportion de métal la plus économique est égale à 0,0217 et elle correspond bien aux valeurs limites de la tension du fer et de la compression du béton.

Béton à 300 kg et fer.

	EFFORTS PERMANENTS.					EFFORTS RÉPÉTÉS.		
Proportion de métal	0,082	0,010	0,020	*0,0217*	0, 030	*0,0082*	0,015	0,030
Moments de rupture en kgm . .	0, 140	0,157	0,262	*0,280*	0, 296	*0.140*	0,163	0,197
Dépense par kgm.	435	414	324	*314*	355	*435*	460	530
Tension des armatures en kg/mm².	16	16	16	*16*	12,9	*16*	11,9	8,2
Pression maxima du béton en kgcm² .	100	107	143	*150*	150	*100*	100	100

La dépense augmente moins vite quand cette proportion devient supérieure à 0,0217 que lorsqu'elle devient inférieure. Néanmoins, il n'y a pas avantage à employer trop de métal, comme l'indique le tableau, car la rupture se produira alors brusquement par écrasement du béton comprimé tandis que dans le cas contraire, les fissures qui apparaîtront sur la face tendue, au moment du dépassement de la limite d'élasticité du fer, avertiront du danger.

Béton à 800 kg et fer.

	EFFORTS PERMANENTS.					EFFORTS RÉPÉTÉS.			
Proportion de métal	0,010	0,030	0,040	*0,056*	0,065	0,010	0,030	*0,033*	0,056
Moments de rupture en kgm . .	0,216	0,417	0,516	*0,715*	0,768	0,216	0,417	*0,450*	0,502
Dépenses par kgm.	393	299	281	*248*	254	393	310	*291*	352

Béton à 800 kg et acier.

	EFFORTS PERMANENTS.				EFFORTS RÉPÉTÉS.		
Proportion de métal. . . .	0,010	0,020	*0,025*	0,035	0,010	*0,012*	0,020
Moments de rupture en kgm.	0,327	0,521	*0,659*	0,725	0,327	*0,360*	0,413
Dépenses par kgm.	266	209	*185*	196	266	*254*	264

La proportion de métal théoriquement la plus économique pour des poutres en béton à 800 kg armées de fer at-

teint la valeur de 0,056 : elle est pratiquement impossible à réaliser dans de bonnes conditions. Il conviendra donc, comme on l'a déjà fait prévoir plus haut, de se contenter avec les armatures en fer de béton moins riche, à 500 kg par exemple, et de ne forcer davantage la dose de ciment que dans le cas d'emploi de l'acier ou dans celui où les pièces auraient à supporter des efforts répétés.

Dimensions pratiques des poutres en béton armé. — Les tableaux précédents donnent le moment de flexion qui provoquerait la fissure du béton tendu ou l'écrasement du béton comprimé ; mais, dans la pratique, on doit se tenir au-dessous de ces limites dangereuses et il reste à déterminer le coefficient de sécurité admissible, c'est-à-dire le rapport de la charge de rupture à la charge réelle qu'il ne faut pas dépasser.

Dans les ouvrages exclusivement métalliques, on ne soumet pas le métal à des tensions ou compressions dépassant 7 à 8 kg pour le fer et 9 à 11 kg pour l'acier. Ces nombres se rapprochent de la moitié de la limite d'élasticité. Comme le dépassement de cette dernière entraînerait à brève échéance la ruine des ouvrages, on peut admettre que le coefficient de sécurité est égal à 2.

Il semble qu'on pourrait admettre le même coefficient pour le béton armé : toutefois, comme ce procédé de construction est encore trop récent pour qu'on soit définitivement fixé sur sa valeur au point de vue de la durée, il est prudent de porter à 2,5 le coefficient de sécurité.

Comme vérification, il est intéressant de rechercher la valeur de ce coefficient dans les constructions existantes qui ont généralement donné de bons résultats. Le tableau ci-après met en regard des moments de rupture précédemment déterminés pour des poutres en béton à 360 kg et fer les moments de flexion qui leur seraient réellement appliqués en adoptant les formules de M. Hennebique. Le rapport de ces moments donne le coefficient de sécurité des ouvrages exécutés par ce constructeur, ou plutôt le

minimum de ce coefficient, en raison des hypothèses faites sur la résistance du béton et du métal.

Béton à 300 kg et fer.

	EFFORTS PERMANENTS.					EFFORTS RÉPÉTÉS		
Proportion de métal	0, 0082	0,010	0,020	0,0217	0,030	0,0082	0,015	0,030
Moments de rupture en kgm . .	0,140	0,157	0,262	0,280	0,296	0,140	0,163	0,197
Moments de travail (formule Hennebique)	0,061	0,070	0,100	0,104	0.114	0,061	0,085	0,114
Coefficients correspondants de sécurité	2,3	2,3	2,6	2,7	2,6	2,3	1,92	1,73

Pour les constructions soumises à des efforts permanents, le coefficient de sécurité varie de 2,3 à 2,7 : il diffère donc peu d'une valeur moyenne de 2,5 ; c'est un résultat remarquable pour une formule empirique.

Pour les constructions soumises à des efforts répétés, la marge de sécurité est moins satisfaisante.

Conséquences possibles des malfaçons. — On peut se demander si, dans la pratique, tout en reconnaissant au béton la faculté de supporter les tensions qui lui sont imposées dans les pièces armées, il n'est pas prudent de négliger sa résistance à la tension, en vue de tenir compte des malfaçons possibles. Plusieurs constructeurs, et en particulier M. Hennebique, déclarent procéder ainsi.

Il est certain qu'on peut toujours craindre un manque d'adhérence dans les reprises et, par suite, des fissures plus ou moins dangereuses suivant la position du joint. Toutefois, dans les nombreuses constructions en béton armé faites depuis quelques années, on n'observe que très peu de fissures, ou bien, s'il en existe quelques-unes, il est avéré qu'il n'en est pas résulté d'nconvénients.

Ces constatations sont rassurantes ; néanmoins, comme elles pourraient ne pas calmer les appréhensions de tous,

il n'est pas inutile de rechercher par le calcul l'influence que peuvent exercer les fissures sur la résistance des pièces.

Les formules précédemment établies permettent de le faire. Il suffit en effet de calculer les moments de rupture de différents types de poutres en supposant les fibres tendues du béton interrompues par des fissures dans toute leur épaisseur et de les comparer aux moments de rupture des poutres intactes.

Les moments de rupture des poutres fissurées seront d'ailleurs donnés par les formules (1), (2) et (3) en y remplaçant t par 0.

Quelques résultats de calculs de ce genre sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau comparatif de la résistance des poutres avec ou sans fissures.

	Béton à 300 kg et fer.					Béton à 800 kg et acier.				
Proportion du métal	0,0100	0,0200	0,0217	0,0240	0,0300	0,0100	0,0200	0,0250	0,0330	0,0350
Moments des poutres intactes.kgm.	0,157	0,262	*0,280*	0,290	0,296	0,327	0,521	*0,620*	0,700	0,725
Moments des poutres fissurées.kgm	0,121	0,229	0,250	*0,274*	0,296	0,230	0,438	0,540	*0,687*	0,725
Perte de résistance due aux fissures .	23 °/₀	12 °/₀	10 °/₀	5 °/₀	0	30 °/₀	16 °/₀	13 °/₀	2 °/₀	0

Les moments correspondant aux pourcentages les plus économiques y ont été inscrits en caractères italiques. Ces pourcentages sont plus élevés pour les poutres fissurées que pour les autres : ce résultat était facile à prévoir, puisque dans les premières la résistance du béton tendu faisant défaut doit être remplacée par une résistance supplémentaire de l'armature.

L'examen des nombres du tableau montre d'ailleurs que si l'on emploie le pourcentage le plus économique, la diminution de résistance due aux fissures ne dépasse pas 10 à 13 p. 100. Si la proportion du métal augmente jusqu'à

la valeur de 0,030 environ, la diminution de résistance décroît encore et finit par devenir nulle ou dénuée de toute importance. Ce n'est que dans les pièces faiblement armées que les fissures peuvent être dangereuses : dans le cas d'un pourcentage de 0,010, elles causent en effet une perte de résistance de 23 à 30 p. 100.

Il résulte encore de ce qui précède que dans les poutres fortement armées les fissures superficielles ne doivent pas s'étendre. M. Considère a vérifié ce fait par l'expérience, dans une baguette détachée d'un des prismes soumis à ses essais et où avait été constatée l'existence d'une légère fissure : celle-ci n'a pas augmenté sous l'action de 139 052 répétitions d'efforts.

Conséquences pratiques d'une variation de l'élasticité du béton. — Toutes les propriétés et en particulier le coefficient d'élasticité des bétons varient notablement avec leurs conditions de fabrication, quantité d'eau employée, nature du sable et du gravier, durée et énergie du pilonnage.

On pourrait donc craindre que la résistance des pièces armées ne fût également très variable, ce qui obligerait, soit à entourer la fabrication de précautions minutieuses, soit à adopter un coefficient de sécurité très élevé. Les formules précédemment établies vont encore nous renseigner sur ce point.

Si l'on fait varier K de 7 (valeur du tableau de la page 156) à 11, le moment de rupture de poutres en béton à 300 kg, armées de fer à 0,01, passe de 0,157 kgm à 0,189 kgm. La variation de résistance n'est donc que de 20 p. 100, tandis que celle du coefficient d'élasticité est de 60 p. 100. Les diminutions de K produisent des effets analogues mais de sens contraire. Il en est d'ailleurs de même pour les pièces fortement armées.

Ce fait s'explique par le déplacement de la fibre neutre. Dans l'exemple considéré, la distance hx de la fibre neutre à la face tendue passe de 0,57 h pour K = 7 à 0,61 h pour K = 11. Par suite, la hauteur de la section comprimée

varie de 0,43 h à 0,39 h et cette diminution peut compenser en partie l'augmentation de la pression par unité de surface.

Le béton armé possède donc deux propriétés très importantes au point de vue pratique :

1° Les fissures n'exercent qu'une faible influence sur sa résistance et n'ont pas de tendance à s'agrandir ;

2° Le coefficient d'élasticité du béton peut varier dans des limites assez étendues sans qu'il en résulte une modification proportionnée de la résistance des pièces armées : celle-ci n'est que le tiers environ de la première.

Par suite, en adoptant le coefficient de sécurité 2,5, il semble qu'on aura des garanties très suffisantes contre les malfaçons les plus fréquentes.

Réserves diverses. — M. Considère prend soin de faire remarquer que les chiffres qu'il a donnés ne s'appliquent qu'aux pièces mêmes qu'il a soumises à l'expérience. On ne doit pas attribuer de valeur absolue à chacun d'eux pris isolément, ce sont leurs rapports qui ont de l'importance ainsi que les conséquences qui en découlent.

L'effort tranchant mérite une étude aussi attentive que le moment de flexion, mais cette étude doit avoir pour base des expériences spéciales qui ne sont pas encore terminées.

Résumé, conclusions.

L'incertitude et l'obscurité qui régnaient jusqu'à présent sur les phénomènes résultant de l'association du fer et du béton, et qui motivaient la circonspection des services publics à l'égard de ce système de construction, semblent dissipées déjà en grande partie par les résultats des premières expériences de M. Considère. Aussi tous les constructeurs souhaiteront qu'elles soient poursuivies et complétées.

Sans doute, il reste encore bien des points à élucider, mais les recherches des expérimentateurs, étant désormais

guidées dans une même voie, seront nécessairement plus fructueuses et aboutiront plus vite.

Le calcul exact des dimensions des ouvrages n'est assurément pas aussi simple avec les formules résultant de la nouvelle théorie qu'avec les formules empiriques usitées jusqu'à présent, mais il a le très grand avantage de permettre de se rendre compte du travail réel imposé aux différentes parties de ces ouvrages et de ne rien laisser au hasard.

Ce calcul exige la connaissance d'un certain nombre de quantités, coefficients d'élasticité et limites de résistance des bétons de diverses compositions, qu'il reste à déterminer exactement. En attendant cette détermination, on peut adopter en toute sécurité les chiffres donnés par M. Considère, puisqu'ils ne représentent que des minima. Les formules qu'il a établies permettront aux ingénieurs militaires soit de vérifier les projets présentés par les spécialistes, soit d'en rédiger eux-mêmes sans crainte de mécomptes, ce qu'ils pouvaient difficilement faire jusqu'à présent, et de profiter plus largement des avantages du béton armé.

(*A suivre.*)

Ch. BOITEL,
Capitaine du génie.

CONSTRUCTION, ETC.

PÉRIODIQUES.

Conduite en tôle d'acier en arc comprimé (*Revue technique*, 10 juin 1899).

On a installé, au-dessus de la rivière l'Arc, près de Modane, une conduite en tôle d'acier de 50 m de portée, disposée en arc de 3,18 m de montée (surbaissement = 1/15,7). Le diamètre de la conduite est 2,42 m, son épaisseur 15 mm. La pression de l'eau est 72 m et le poids du métal 1 180 kg par m courant. En charge, le métal travaille à 11,2 kg par mm^2, abstraction faite des efforts accessoires (vent, variations de température).

Conduites d'eau de San-Francisco (*Revue technique*, 10 juin 1899.)

Les conduites d'adduction d'eau potable à San-Francisco ont 46 km de long et 91 cm de diamètre sur 42 km. La plus grande partie est posée sur chevalets en bois, en surélévation, principalement à la traversée des marais. Une autre partie a été enterrée dans des tranchées défoncées à la charrue. Enfin pour traverser un bras de mer de 4 km de largeur, on a fait la pose à l'aide d'un bateau pourvu à l'arrière de plans inclinés. La conduite, formée de deux tuyaux de 40 cm, était assemblée à articulations souples sur le bateau et elle s'immergeait progressivement en glissant sur les plans inclinés, à peu près à la façon d'un câble télégraphique sous-marin.

Enduit étanche pour maçonneries (*Ann. des ponts et chaussées*, 1er trim. 1899).

Des expériences faites par le service des ponts et chaussées ont montré qu'on obtient un mastic étanche en mélangeant à chaud :

1 partie en poids de bitume épuré ; 9 parties en poids d'asphalte de Seyssel, en ajoutant au produit un tiers de son volume de sable fin bien sec.

Le mortier ayant fait prise, on dégrade les joints, on lave les parements et joints, on chauffe à une température telle que la main ne puisse plus la supporter facilement. Alors on applique le mastic bitumeux amené à l'état de pâte malléable, de manière à bien pénétrer dans les joints et à former sur le nu des moellons un enduit de 2 à 3 cm. Cet enduit résiste au soleil de l'été et au froid de l'hiver.

Voûtes sans cintres (*La Nature*, 1er juillet 1899).

M. Da Cunha vise particulièrement les voûtes légères. Les

dômes sont exécutés avec des briques creuses de 4 cm placées de champ et fixées avec du plâtre, et disposées en couronnes concentriques. On accroît la résistance, s'il en est besoin, par l'addition d'une deuxième couche de briques posées extérieurement, et revêtues de ciment. Dans le cas des voûtes sur sous-doubleaux, ceux-ci sont d'abord construits à l'aide d'un gabarit en bois qui donne exactement la forme de la voûte, puis on reporte ce patron plus loin; le premier, au contraire, devient une sorte de gabarit au travail.

Constructions incombustibles (*Revue technique*, 10 avril 1899).

Un incendie récemment survenu à New-York a démontré la résistance au feu des constructions dans lesquelles le métal est protégé par des caisses en terre cuite et revêtements en briques creuses à l'épreuve qui forment des séparations continues entre les étages. Une maison de dix-sept étages dite *Home Life Building*, rue de Broadway, était contiguë à une maison en maçonnerie, planchers en bois, colonnes en fonte. Celle-ci ayant pris feu, l'incendie se communiqua par les fenêtres en bois à l'intérieur du *Home Life Building*, et consuma l'ameublement, les papiers, etc. La construction elle-même a tenu parfaitement. On estime que si les volets eussent été en métal, l'incendie n'eût pu pénétrer à l'intérieur.

LIVRES.

Boussiron. — Les constructions en ciment armé. Description, avantages, théorie. 1899. 1-8, 23 fig. — Paris, chez Béranger. 1,50 fr.

Deno. — Beitrag zu den Gewölbe-Konstruktionen (Contribution à la construction des voûtes). 1899. 1-8, 103 p. et 22 pl. in-fol. — Hanovre, chez Schmorl et v. Seefeld. 6 m.

Vitruvii de architecturâ libri decem. Ed. Valentin Rose. 1899. 1-8, 347 p., fig. — Leipzig, chez Teubner. 5 m.

Tolkmitt. — Bauaufsicht und Bauführung (Surveillance et conduite des travaux). 1899. 1-8, 249 p., 146 fig. — Berlin, chez Ernst u. Sohn. 6 m.

Kæmmerer. — Kompendium des Hochbaues (Aide-mémoire de la construction pour architectes, ingénieurs). 1899. 1-8, 184 p., 22 fig. — Halle, chez Hofstetter. Rel. 5 m.

Daniès. — Distributions d'eau. 1899. 1-16, 566 p., 400 fig. — Paris, chez Dunod. Rel. 15 fr.

COMMUNICATIONS, ETC.

Sur la résistance à la traction des bateaux de rivière.

Les lois de la résistance à la traction des bateaux sont connues d'une façon encore très incomplète. Lorsqu'on observe le mouvement d'un corps flottant, que l'on remarque les troubles qu'il apporte à l'état primitif du liquide, on se rend compte aisément que la question doit être fort complexe. Toute variation dans la forme de l'avant ou de l'arrière, tout accroissement de longueur, toute irrégularité de surface, ont une influence sensible sur la marche des filets fluides et par suite sur la force vive dépensée à chaque instant. Dès lors la formule classique qui exprime cette résistance sous la forme du produit du carré de la vitesse par la section transversale maximum du bateau n'a réellement de valeur qu'à la condition de l'affecter d'un coefficient de correction calculé pour chaque bateau et variant de l'un à l'autre.

M. de Mas, ingénieur en chef des ponts et chaussées, a été chargé par le ministre des travaux publics d'exécuter des recherches sur la résistance au mouvement des bateaux et plus généralement de vérifier si les formes actuellement adoptées pour les bateaux de la navigation intérieure sont les plus convenables.

Le rapport qu'il a établi à cet effet forme un volume in-4° de 132 pages et de 39 planches [1], dont la lecture est des plus intéressantes, non seulement pour la navigation du commerce, mais encore pour tous les services qui emploient des bateaux et en particulier pour le service du génie, en raison des analogies qui existent entre le matériel de la batellerie et celui des équipages de pont. S'il y a des points de comparaison à établir, c'est bien évidemment avec ces bateaux plutôt qu'avec ceux de la navigation marine, qui marchent à de bien plus grandes vitesses, 4 à 10 m

1. *Recherches expérimentales sur le matériel de la batellerie,* 1891 à 1897 — Paris, Imprimerie nationale. 10 fr.

à la seconde, et qui possèdent des formes effilées, les seules compatibles avec cette rapidité.

Appareils employés. — A la base de ces expériences se trouvent les appareils servant à mesurer l'effort de traction et la vitesse relative du bateau par rapport au courant.

Le dynamomètre employé est à transmission hydraulique. Un piston à tête de 132 mm de diamètre vient presser sur une membrane de caoutchouc qui ferme une cuvette de diamètre un peu supérieur, 136 mm. Cette cuvette est reliée avec un manomètre enregistreur Richard par un tuyau de caoutchouc de 5 mm de diamètre intérieur, 8,5 mm de diamètre extérieur, entouré d'un ressort à boudin en fil d'acier, et enfin recouvert d'un guipage en acier galvanisé. Un tube courbe à section elliptique se déroule sous l'effet de la pression et actionne le levier qui porte la plume de l'enregistreur. La surface du piston étant 145 cm², la pression à indiquer est égale à $\frac{F}{145}$ kg/cm².

On a employé deux manomètres : l'un allant de 0 à 20 kg/cm², l'autre atteignant 55 kg/cm². Les déplacements de l'aiguille pour un effort total de 100 kg sont 5 mm pour le premier et 2 mm pour le second.

On a mesuré des écarts maxima de 37,5 kg entre 0 et 3 000 kg, la valeur absolue de l'écart dépendant de la pression antérieure.

Pour enregistrer les vitesses, on s'est servi d'un moulinet à ailettes hélicoïdales dont la roue établit 20 contacts électriques par tour. Les interruptions de courant sont enregistrées par le cinémographe Richard, dont le principe a été déjà décrit ici[1]. Cet appareil donne à chaque instant la vitesse W du moulinet et, par suite, la vitesse V du courant au moyen de la relation empirique bien connue

$$V = aW + b.$$

Le dynamomètre est installé sur le trajet de la remorque : quant au moulinet, il est suspendu en avant du bateau, à l'extrémité d'un espar de 5 m de saillie, assez long par conséquent pour qu'il n'y ait pas d'influence du mouvement du bateau sur celui du moulinet.

Dans ces conditions, les deux appareils enregistreurs relèvent

1. *Revue du génie*, 1890, t. IV, p. 399 à 405.

l'un des vitesses, l'autre des efforts qu'il n'y a plus qu'à comparer.

On remarquera la commodité de ce mode d'expérimentation, en le comparant à celui que le commandant (depuis général) Morin avait employé à Metz (1836-1837), dans ses recherches sur la même question [1]. Le mouvement du bateau était alors produit par la descente d'un poids qui agissait sur le cylindre d'un treuil, le tambour de ce treuil agissait sur la ligne de halage. Un observateur placé à l'avant et muni d'une montre à pointage donnant le dixième de seconde observait les instants des passages devant des repères équidistants.

Les expériences ont démontré qu'à vitesse constante, la résistance totale à la traction croît un peu moins vite que la section immergée au maître-couple, mais plus vite que la surface mouillée totale $L(l + 2t)$, où L exprime la longueur du bateau, l sa largeur, t son tirant d'eau au maître-couple. L'expérience vérifie donc de nouveau la théorie d'après laquelle la résistance est la somme de deux termes : l'un dépendant de la section, l'autre de la surface mouillée.

1° *Influence de la nature de la surface.* — Pour mettre en évidence les facteurs dont dépend la résistance de surface, on a fait varier la nature du revêtement d'un même bateau, en le goudronnant, en le recouvrant de toile d'emballage, puis de toile cirée. Les deux premiers revêtements n'ont à peu près rien changé à la résistance. Il n'en est pas de même du second qui a réduit la résistance totale de 30 p. 100. Il faut donc en conclure que la résistance de surface atteint au moins le tiers de la résistance totale.

2° *Influence de la longueur.* — On a comparé trois bateaux de même forme, dont les longueurs étaient 20, 30 et 38 m. Ils ont offert des résistances totales *égales*. Ce résultat, paradoxal en apparence, s'explique très bien en admettant que la résistance due à la forme domine quand la longueur augmente, de sorte qu'il y a compensation avec l'augmentation de la résistance de surface.

M. de Mas aurait pu le rapprocher de celui obtenu par le général Morin dans les recherches mentionnées plus haut avec un

---

1. Morin, *Notions fondamentales de mécanique et résultats d'expérience.* 3e édit. Paris, 1860, p. 375.

bateau qui était susceptible de recevoir diverses rallonges. Ce bateau avait 0,6 m de largeur au fond, 0,7 m aux plats-bords, 0,8 m de profondeur ; sa longueur était, selon les cas, 6,75 m, 8,5 m et 10,25 m. Or, d'après Poncelet[1], la longueur n'a pas exercé d'influence appréciable sur l'intensité de la résistance, bien qu'elle ait varié entre 8 et 17 fois la largeurs.

3° *Influence de la forme.* — M. de Mas a expérimenté divers modèles dont les figures ci-après donnent des spécimens.

1° Des péniches flamandes (fig. 1), différant très peu du paral-

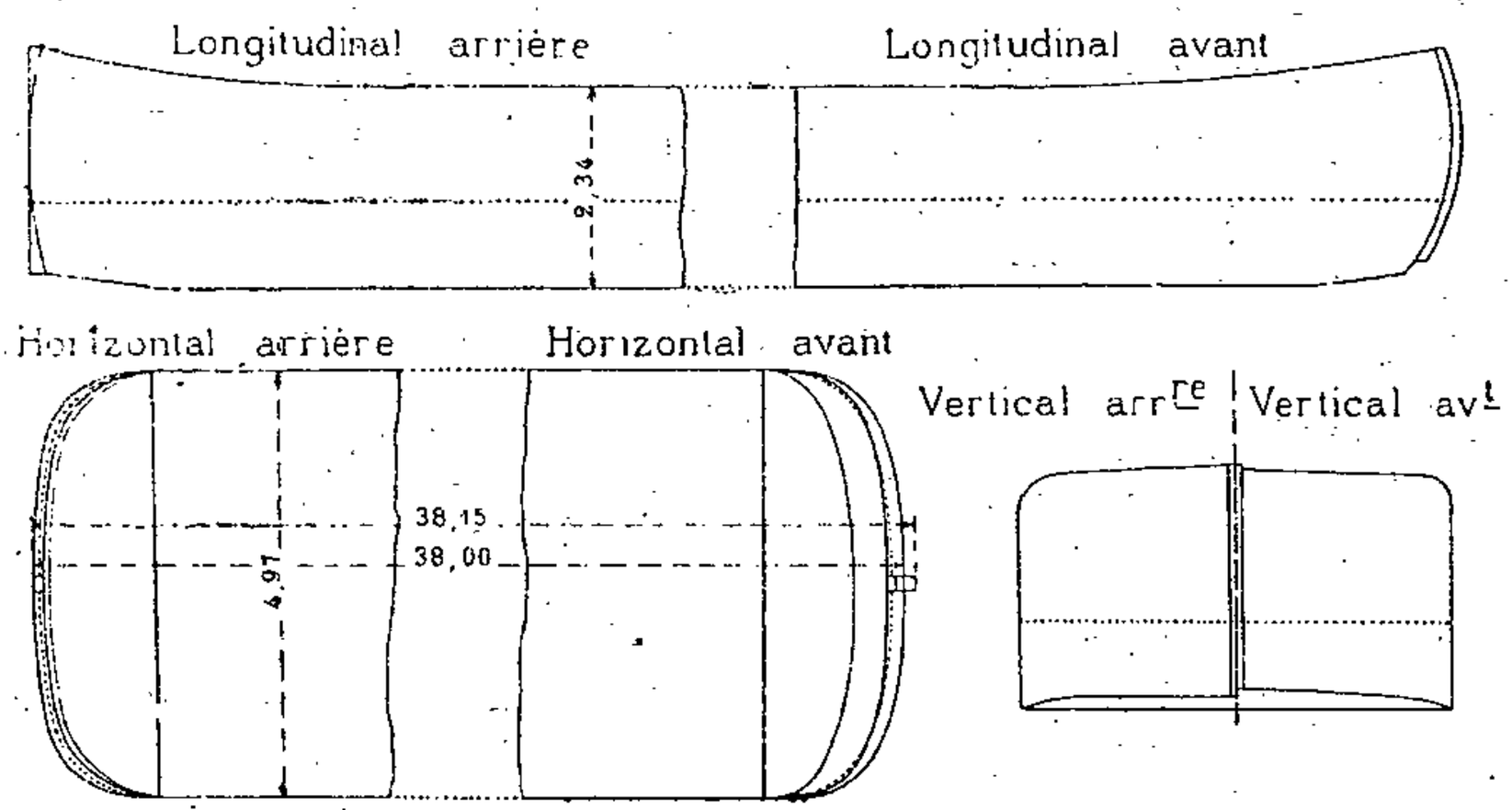


Fig. 1. — Péniche flamande.

lélipipède circonscrit dont elles cubent une fraction du volume égale à $\delta = 99$;

2° Des toues (fig. 2), presque parallélipipédiques, sauf à

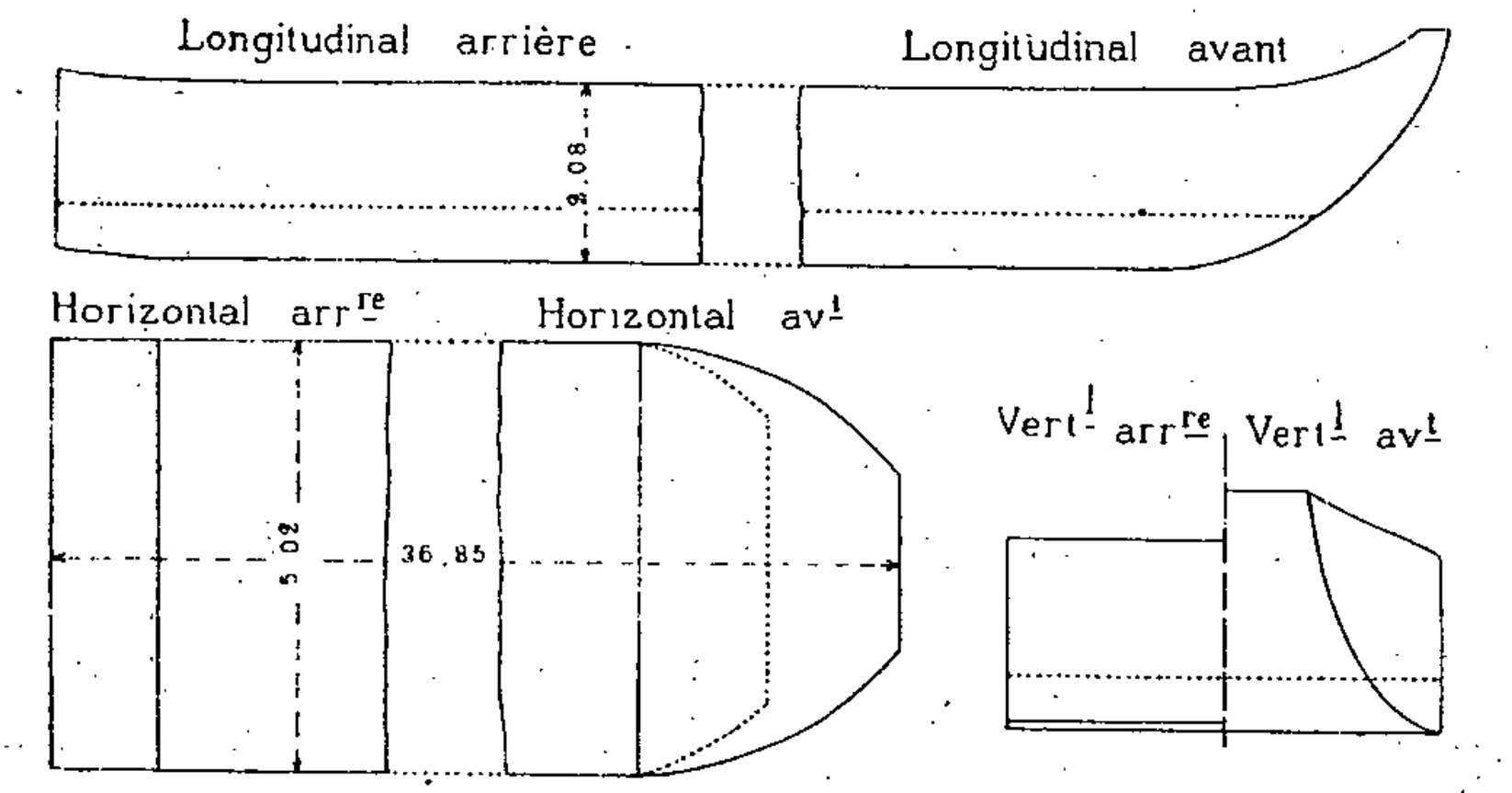


Fig. 2. — Toue.

1. Poncelet, *Introduction à la mécanique industrielle*, § 419.

l'avant, où la section transversale devient un rectangle de plus en plus petit, mais presque semblable à celui du maître-couple ($\delta = 0,97$) ;

3° Des flûtes (fig. 3), dont la hauteur reste sensiblement constante d'un bout à l'autre. La largeur se réduit de 1/6 à l'arrière, et à zéro à l'avant. Coefficient de déplacement : $\delta = 0,94$.

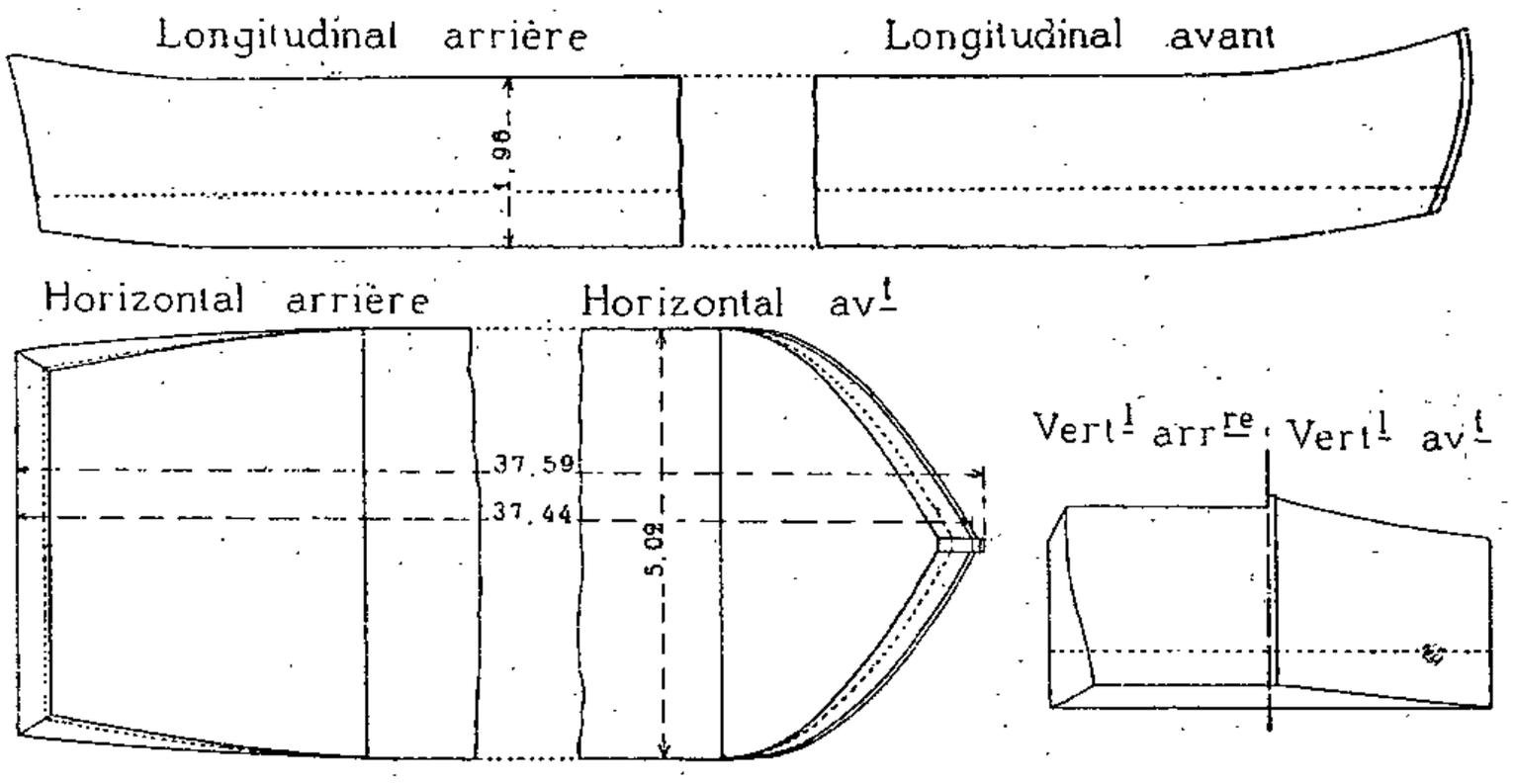


Fig. 3. — Flûte.

4° Des margotats (fig. 4), à fond relevé à l'avant et à l'arrière c'est-à-dire de forme absolument analogue à celle de l'équipage français ($\delta = 0,8$ à $0,9$).

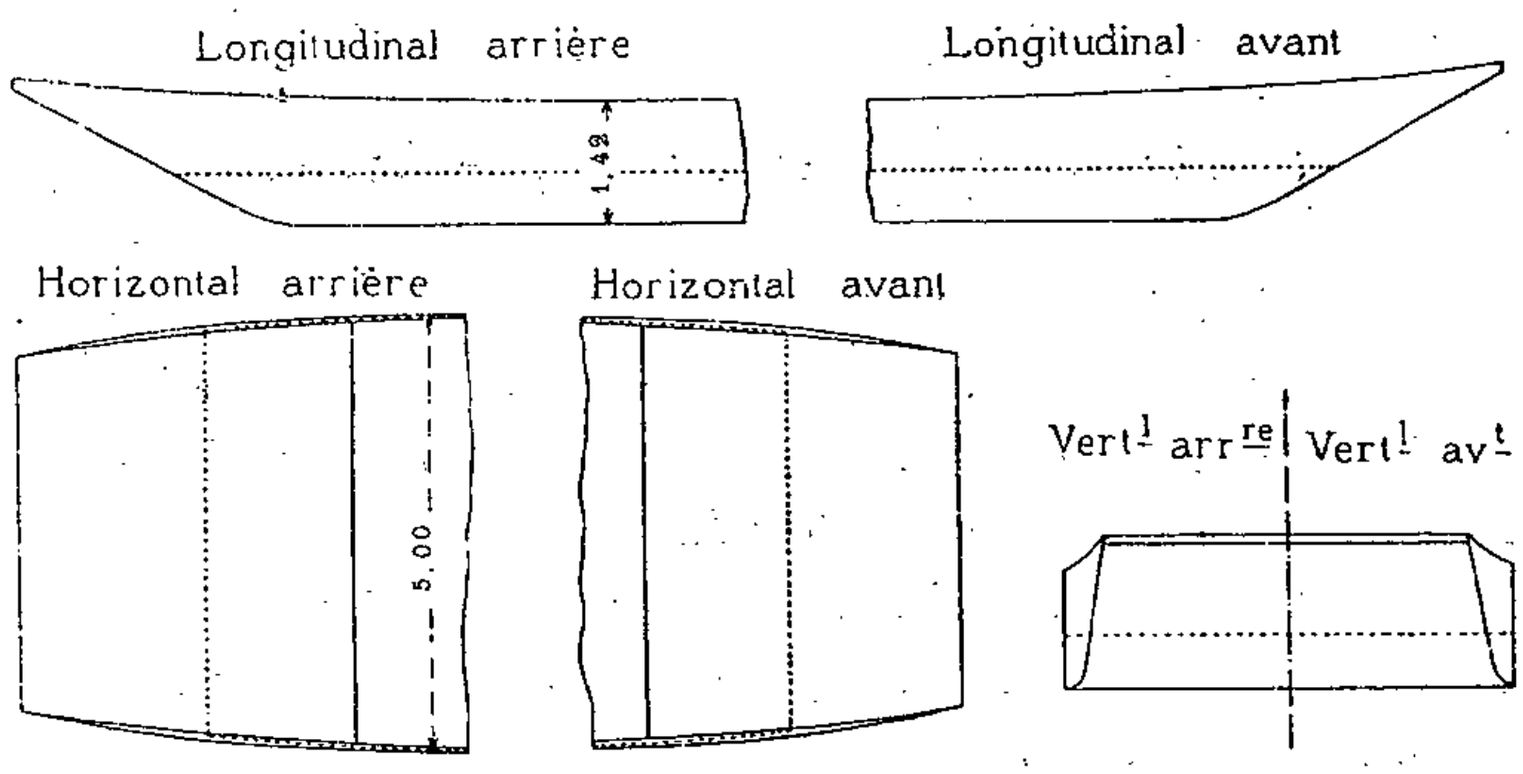


Fig. 4. — Margotat (longueur = 21,8 m).

5° Des bateaux en cuiller (fig. 5), dont l'avant et l'arrière sont arrondis sensiblement suivant la forme d'un quart d'ellipsoïde allongé dans le sens horizontal ($\delta = 0,9$ à $0,95$).

Ces divers bateaux ont fourni les résistances suivantes, par m³ de déplacement à la vitesse de 1 m/s.

		par m³.	par m² de section.
		—	—
Enfoncement de 1,60 m	Péniches	1,05	38
	Flûte	0,55	20
	Toue.	0,43	15,7
Enfoncement de 1,30 m en rivière.	Toue.	1,19	24
	Margotat	0,67	11
Enfoncement de 1,30 m en canal.	Margotat	0,87	30,3
	Bateau en cuiller.	0,935	33,7

Ainsi la toue est beaucoup moins résistante que la péniche et même que la flûte.

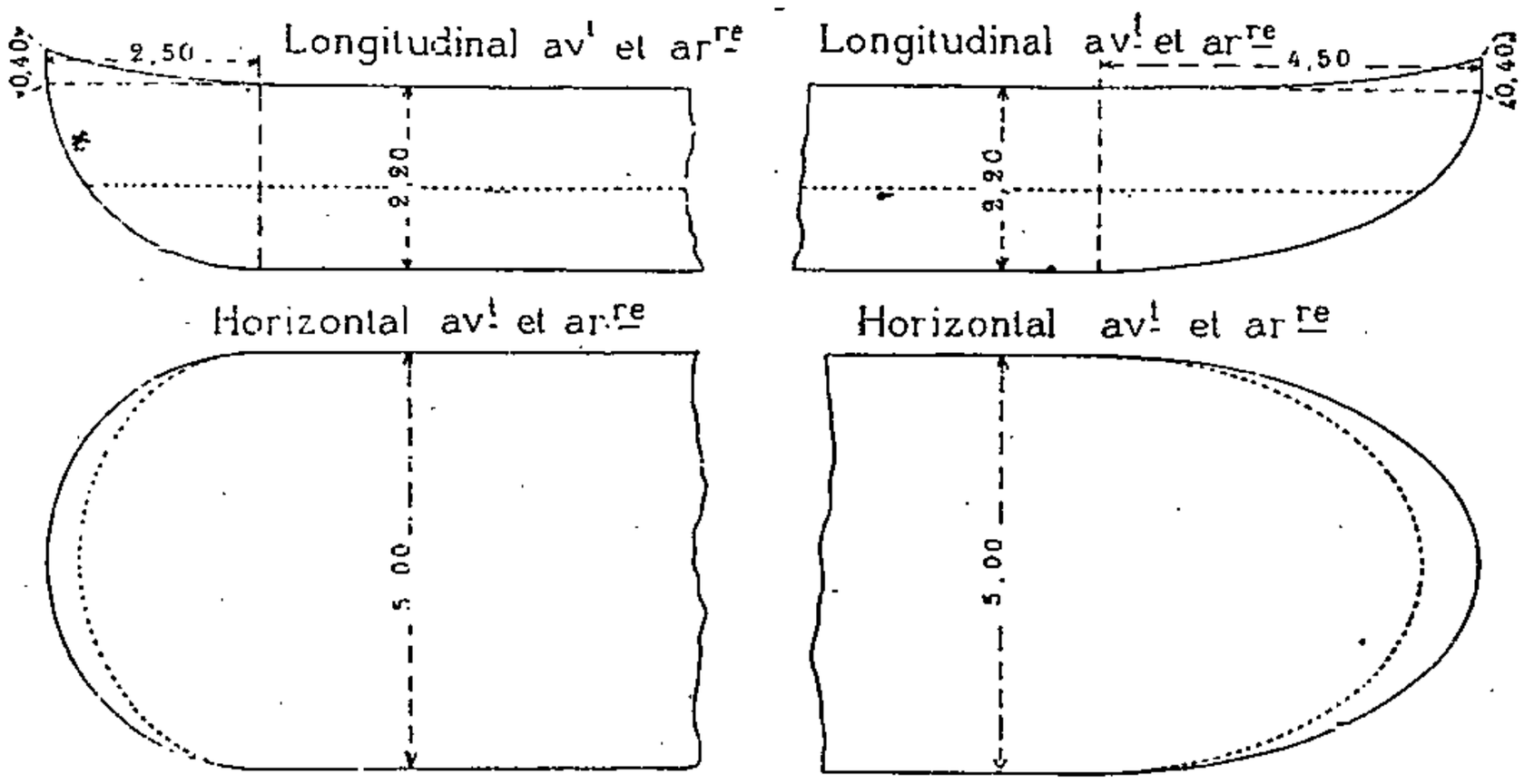


Fig. 5. — Bateau en cuiller (longueur = 38,58 m).

Cette supériorité est d'autant plus remarquable que les flûtes sont un peu affinées à l'arrière, tandis que la toue a l'arrière absolument carré. Elle ne peut être attribuée qu'au relèvement de la fonçure à l'avant, comme le démontrent les expériences comparatives sur la toue et le margotat ; celui-ci, relevé aux deux extrémités, a donné à son tour une résistance inférieure à la moitié de celle de la toue.

M. de Mas a cherché à déduire de ces résultats la forme la plus avantageuse à donner aux bateaux. Remarquons que la résistance se compose de deux termes dont l'un est proportionnel au périmètre de la section immergée du maître-couple, tandis que la capacité est proportionnelle à l'aire de cette section ; il en déduit

qu'il convient d'adopter la forme qui, pour une même surface lt de section immergée, donne un périmètre minimum $l + 2t$. Ce qui a lieu évidemment pour $l = 2t$. Le rapport $\frac{lt}{l + 2t}$ est alors égal à $\frac{3}{2\sqrt{2}} = 1{,}06$.

Les dimensions courantes, $l = 5$, $t = 1{,}8$, donnent un rapport $\frac{lt}{l + 2t} = 1{,}046$, qui est très voisin du maximum ci-dessus.

En ce qui concerne la forme des extrémités, M. de Mas conclut qu'il y a avantage, au point de vue de la résistance, à en relever fortement la fonçure. Mais à la forme du margotat, qui a un coefficient de déplacement un peu faible (0,82), il préfère celle en cuiller, dont l'avant et l'arrière ont pour sections horizontales des demi-ellipses, et pour section verticale médiane un quart d'ellipse, et dont le coefficient de déplacement dépasse 0,90.

Cette forme a déjà été essayée avec succès en Allemagne par M. Klepsch.

Des expériences comparatives, exécutées sur un canal, ont montré que la forme en cuiller est presque aussi avantageuse que celle du margotat, bien que le déplacement soit sensiblement supérieur.

4° *Influence de la vitesse.* — La résistance, pour un même bateau et un même enfoncement, croît un peu plus vite que le carré de la vitesse. C'est là un fait qui résulte nettement des expériences de M. de Mas et de celles de la Société de navigation du Danube. Celle-ci a proposé de remplacer par 2,25 l'exposant 2 généralement admis pour la vitesse. M. de Mas a essayé la formule

$$R = (A + Bt)\, V^{2,25},$$

dans laquelle t désigne l'enfoncement, A et B des constantes qui dépendent de la forme du bateau.

Cette formule lui a donné des résultats assez conformes avec l'expérience pour la vitesse de 1 m/s et au-dessus. Pour les faibles vitesses, 0,5 et 0,25 m/s, l'écart est assez considérable. Il semble s'expliquer par la difficulté de bien maintenir l'axe du bateau dans la direction de la remorque, le gouvernail ayant peu d'effet à ces faibles vitesses, et ensuite par l'inclinaison que prend alors la remorque dont la composante horizontale agit seule sur

le bateau, tandis que le dynamomètre enregistre alors la tension totale.

Les coefficients A et B ont les valeurs ci-après, les vitesses étant exprimées en mètres par seconde, les enfoncements en mètres et les efforts en kilogrammes :

	A.	B.
Péniche.	21	123
Flûte.	21	78
Bateau	15,4	64
Toue	14	52

Cette formule montre combien il est inexact de considérer la résistance comme proportionnelle à la section droite S, surtout pour les faibles enfoncements. Alors, en effet, la formule

$$R = KSV^2$$

donne pour R des valeurs qui tendent vers zéro, tandis que la formule de M. de Mas donne des valeurs tendant vers $AV^{2,25}$.

Ce terme constant A exprime ainsi l'influence du frottement liquide sur le fond du bateau.

Remorquage d'un convoi. — Lorsque des bateaux marchent en convoi, le trouble jeté dans le fluide et par suite la résistance au mouvement dépendent naturellement de l'intervalle qui sépare les bateaux successifs. M. de Mas a mesuré cette résistance dans trois cas :

1° *Attelage à longues remorques.* — L'intervalle entre deux bateaux est au moins égal à la longueur de l'un d'eux ; les points d'attache des remorques sont dans l'axe longitudinal des bateaux, qui gardent chacun leur gouvernail et une certaine indépendance de mouvements.

2° *Attelage à remorques croisées.* — Chaque bateau n'est distant du précédent que du tiers de la longueur environ (12 m dans le cas actuel). Les bateaux n'ont plus beaucoup d'indépendance, cependant ils conservent leurs gouvernails.

3° *Attelage « nez sur cul ».* — Les bateaux se touchent et sont, sauf le dernier, démunis de leur gouvernail.

Le premier mode d'attelage donne une résistance très sensiblement égale à la somme des résistances individuelles ; la diminution relative n'est que de 0,02.

Le second mode donne une diminution de résistance qui croît

un peu avec la vitesse et varie entre 0,10 et 0,16 pour des vitesses de 0,5 à 2 m/s.

Avec le troisième mode, les résistances s'abaissent d'environ 0,20, soit 0,15 pour 0,50 m/s et 0,24 pour 2 m/s. Le bénéfice est sensible, mais il semble compensé et au delà par la gêne qu'il apporte à la direction du convoi.

Influence de la largeur du canal. — La plupart des résultats précédents se rapportent à un cours d'eau de largeur sinon indéfinie, tout au moins très grande, une centaine de fois celle du bateau. Sur un canal de section comparable à celle du maître-couple, les phénomènes se compliquent, le liquide devant s'écouler par les côtés, ce qui donne lieu à un surcroît de résistance.

M. de Mas a reconnu que, dans ce cas, le coefficient de résistance augmente d'autant plus que la résistance propre du bateau est plus faible, de sorte qu'elle finit par devenir indépendante des formes de l'avant et de l'arrière. Ce résultat, que le colonel du génie du Buat avait observé déjà, s'explique facilement en considérant qu'alors le bateau tend à agir simplement comme un piston qui refoule le liquide.

Par conséquent, la résistance du mouvement croît avec le rapport de la section droite du bateau à la section mouillée du canal. Au point de vue de la construction des ponts de bateaux, ce fait a de l'importance. En effet, on dispose de deux procédés distincts pour renforcer ces ponts : ou rapprocher les bateaux ou les allonger. Le premier moyen augmente évidemment le rapport de la section immergée du bateau à la section du cours d'eau et, par suite, la résistance due à la vitesse du liquide. Aussi devient-il impraticable sur les rivières très rapides.

Les résultats obtenus par M. de Mas sont intéressants, comme on le voit. Il est à désirer que le mode d'expérimentation si commode qu'a adopté cet ingénieur entre dans le domaine de la pratique et soit substitué aux procédés plus ou moins rudimentaires qui ont été employés jusqu'ici dans l'étude des questions relatives au mouvement des bateaux et de la forme la plus convenable à leur donner.

L. B.

Emploi de la bicyclette sur les voies ferrées.

Deux inventeurs américains, Otto et Wielsch, ont imaginé un dispositif simple, grâce auquel on peut transformer instantanément une bicyclette en draisine pour l'inspection des voies ferrées (*Bulletin technologique des arts et métiers*, février 1899).

Pour maintenir le véhicule dans sa position verticale, on relie à son cadre deux tiges qui viennent supporter une petite roue avec boudin, analogue à celle d'un wagon.

D'autre part, pour guider les deux roues de la bicyclette sur le rail, on dispose deux châssis qui supportent deux roulettes à axe vertical, qui roulent à la fois sur les faces internes du champignon du rail, de la jante des roues d'avant et d'arrière.

Le tout peut se replier de sorte que la bicyclette peut être employée à volonté sur les routes ou sur les voies ferrées.

PÉRIODIQUE.

Méthode graphique pour la reconnaissance et la vérification de tracé des voies ferrées (*Ann. des Mines*, 5e livr., 1899).

M. Desdouits, qui a déjà appliqué le pendule d'inertie à l'étude de la résistance à la traction des véhicules, montre comment on peut s'en servir pour l'étude de la voie elle-même.

Cet appareil comprend essentiellement un pendule de longueur modérée dont le déplacement est amplifié par des leviers. Le moment d'inertie est de même amplifié par un volant commandé par un secteur denté.

Le plan d'oscillation du pendule étant parallèle aux roues, il prendra une inclinaison qui est la somme de deux termes : 1° l'inclinaison propre de la voie ; 2° l'inclinaison due à l'inertie. Si l'on détermine l'accélération due au mouvement propre au moyen de la courbe de mouvement en fonction du temps, on en déduit le deuxième terme, et, par différence, le premier.

Si le plan d'oscillation est perpendiculaire à l'axe longitudinal du véhicule, l'inclinaison du pendule est la somme : 1° du dévers ; 2° de l'inclinaison due à la force centrifuge, inversement proportionnelle au rayon de courbure de la voie. En répétant les mesures avec deux vitesses différentes, on a deux équations d'où l'on déduit le dévers et le rayon.

SCIENCES MATHÉMATIQUES, ETC.

Noria Lemaire.

Sous le nom de « pompe Lemaire », la *Revue technique* (25 mai 1899, 1 p., 3 fig.) décrit une noria dont chaque godet est monté sur un axe inférieur excentré. Sous l'effort de l'eau, il se tient vertical pendant l'ascension; mais, arrivé à la roue supérieure, il penche, puis, perdant l'équilibre, il bascule et s'incline de 80° environ. La chaîne est formée de grands maillons qui emboîtent les godets et s'assemblent bout à bout de manière à s'adapter à des profondeurs de 150 m (?), de 500 m (??) et plus (???). Un modèle de campagne, pour une profondeur de 68 m et débitant 1 500 l à l'heure, pèse 264 kg et se décompose en 10 colis.

PÉRIODIQUE.

Sur le projet de réfection de la carte de France (*Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, 26 juin 1899)

Rapport d'une commission de l'Académie des sciences en faveur de l'établissement d'une carte de France à 1/50 000, sur minutes à 1/10 000. Arguments tirés de l'utilité qui en résulterait pour les travaux publics, l'agriculture, la géologie, la géographie physique.

LIVRE.

ANTEQUADA. — Instruccion para el conocimiento y uso del trigonotelemetro. 1-8, 47 p., 4 pl. — Buenos-Aires, 1898.

Pour se former une idée du trigonotélémètre du capitaine Antequada, de l'armée argentine, il suffit de se représenter un pied à trois branches sur lequel est monté un système de deux alidades graduées, réunies par une troisième qui coulisse sur les deux premières. De cette manière, on matérialise les triangles à résoudre et on lit directement les longueurs des côtés et les valeurs des angles. L'auteur applique cet appareil à la solution de divers problèmes de tir, de défilement et de mesure des distances. Simple en théorie, le trigonotélémètre nous paraît d'une précision médiocre en raison de la nature des organes de visée (pinnules), des flexions et du jeu inévitable des assemblages; de plus, il est encombrant et d'un transport délicat. Aussi doutons-nous qu'il réussisse à détrôner les appareils habituellement usités, combinés avec l'emploi de tables numériques.

SCIENCES PHYSIQUES, ETC.

PÉRIODIQUES.

L'industrie métallurgique dans la région de Saint-Étienne (*Annales des mines*, 4e livr., 1899, 107 p.).

Étude historique des plus intéressantes dans laquelle M. Babu, ingénieur du corps des mines, fait l'historique du développement de la métallurgie du fer et de l'acier dans le bassin de Saint-Etienne pendant le XIXe siècle.

Le caoutchouc et les gaz (*Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, 26 juin 1899.)

M. d'Arsonval a observé que l'acide carbonique, l'oxygène et l'azote se dissolvent dans le caoutchouc, mais en proportions très inégales. Avec l'acide carbonique, cette propriété est très prononcée, de sorte que le gaz passe assez rapidement d'un côté à l'autre de la paroi d'un réservoir en caoutchouc qui le renferme sous pression. Avec l'oxygène, cet effet est moins accentué, et avec l'azote encore moins. De sorte que l'air qui traverse le caoutchouc peut renfermer jusqu'à 40 p. 100 d'oxygène. Il convient donc de remplir avec de l'azote les récipients de caoutchouc destinés à rester longtemps gonflés.

Simplification du système des unités électriques (*Industrie électrique*, 25 juillet).

M. Blondel fait ressortir les inconvénients du système dit *pratique* d'unités électriques. Ces unités sont en rapport compliqué avec les unités CGS.

1 ampère	$= 10^{-1}$	unités CGS d'intensité
1 volt	$= 10^{8}$	unités CGS de tension
1 ohm	$= 10^{9}$	unités CGS de résistance
1 coulomb	$= 10^{-1}$	unités CGS de quantité
1 watt	$= 10^{7}$	unités CGS de puissance
1 joule	$= 10^{7}$	unités CGS d'énergie
1 henry	$= 10^{9}$	unités CGS d'induction
1 farad	$= 10^{-9}$	unités CGS de capacité.

Il en résulte un travail mnémonique inutile et stérile, qui complique l'enseignement de l'électricité et fait disparaître les avantages du système CGS.

Pour faire disparaître ces inconvénients, il propose de revenir aux unités CGS elles-mêmes, auxquelles on donnerait le nom de l'unité pratique précédé du préfixe *néo*, qui pourrait d'ailleurs disparaître dans quelques années.

Aérostation militaire (*Revue de l'armée belge,* mars-avril 1899, 16 p.).

Historique des débuts de l'aérostation.

Clôtures métalliques et téléphonie (*La Nature,* 29 juillet 1899).

Les éleveurs des États-Unis utilisent, pour les communications téléphoniques, les fils métalliques de clôture qui entourent les terrains de pacage. Ces fils sont supportés par de simples poteaux en bois. Il y a là une application nouvelle d'un principe déjà bien connu en téléphonie militaire (fil bimétallique).

La photographie en ballon et la téléphotographie (*Ann. du Conserv. des arts et métiers 1899,* 2e fascicule, 31 p., 19 fig.).

M. Meyer-Heine, ancien capitaine du génie, fait l'historique des résultats obtenus avec la photographie en ballon et la métrophotographie, et indique les applications possibles en temps de guerre.

Lorgnettes à verres violets et poudre sans fumée (*Progrès militaire,* 22 juillet 1899).

Le colonel Smart, de l'armée des États-Unis, aurait observé que l'emploi de verres violets permet d'apercevoir la fumée si faible due aux nouvelles poudres. Le département de la guerre des États-Unis a décidé que les officiers seraient désormais munis de lorgnettes de ce genre.

LIVRES.

Bos et Laffargue. — La distribution de l'énergie électrique en Allemagne. 1899. 1-8, 579 p., 203 fig. — Paris, chez Masson. Relié 22 fr.

Bouty. — Progrès de l'électricité. Oscillations hertziennes. Rayons cathodiques et rayons X. 1899. 1-8, 45 fig. — Paris, chez Gauthier-Villars. 3,50 fr.

Beschreibung der in der Reichs-Telegraphenverwaltung gebräuchlichen Apparate (Description des appareils en usage dans l'administration des télégraphes de l'empire allemand). 1899. 1-4, 231 p. — Berlin, chez v. Decker. Rel. 16 m.

Neesen. — Die Sicherungen von Schwach- und Starkstrom-Anlagen gegen die Gefahren der atmospherischen Elektricität (Protection des installations à courant faible ou fort contre les dangers de l'électricité atmosphérique). 1899. 1-8, 128 p., 126 fig.— Brunswig, chez Vieweg. 5 m.

Bornecque. — L'aérostation militaire en France et à l'étranger. 1899. 1-8, 82 p., avec fig. — Paris, chez Chapelot. 1,50 fr.

Moëssard. — L'objectif photographique. Étude pratique, examen, essai, choix et mode d'emploi. 1899. 1-8, 211 p., 116 fig., 1 pl. — Paris, chez Gauthier-Villars. 0,50 fr.

DIVERS.

LIVRES.

HENRY DUHAMEL. — *Au pays des Alpins*. 1899. 1-4, 190 p., 290 reprod. photogr. — Grenoble, chez Falque et Perrin. Broché sous couverture, 15 fr. ; reliure de luxe, 25 fr.

Admirable fortification naturelle, la montagne, comme toute autre fortification, ne vaut que par les hommes chargés de la défendre. Trop longtemps oubliée ou méconnue, cette vérité a fini par triompher sur le terrain de la pratique. Aujourd'hui enfin, la France possède des troupes alpines à hauteur des exigences d'un service particulièrement difficile. Recrutés soit dans les Alpes mêmes, soit dans les Pyrénées, les Cévennes ou la Corse, habitués dès leur enfance à la vie du montagnard, soumis à une sélection sévère, à un entraînement suivi, les Alpins sont arrivés à accomplir couramment une tâche bien au-dessus des forces d'un habitant de la plaine.

M. Duhamel, alpiniste grenoblois, lieutenant au 4e bataillon territorial de chasseurs alpins, a consacré à ses compagnons d'armes de l'armée active un ouvrage remarquable.

L'auteur débute par l'historique des troupes alpines, à l'origine desquelles on trouve, comme à celle de tant d'autres propositions utiles, le grand nom de Vauban. Il détaille la part qui revient, dans l'organisation actuelle, aux généraux Zédé, Arvers, Berge...

M. Duhamel conduit ensuite le lecteur au milieu des Alpins, de leurs cantonnements pittoresques, de leurs travaux de routes, de leurs manœuvres habituelles aux altitudes moyennes. Progressivement il l'amène à leur suite dans la haute montagne, au milieu des névés, des glaciers, où ils escaladent des pics naguère déclarés inaccessibles. Le récit de leurs prouesses montre qu'ils sont de taille à répéter les exploits légendaires de leurs devanciers dans la campagne des Grisons (1800).

La description de la frontière sud-est de la France, de la Savoie aux Alpes maritimes, termine cet ouvrage, dont nous avons cherché à donner une idée sommaire. Mais, ce à quoi nous re-

nonçons, c'est à dire la beauté des illustrations, au nombre de près de trois cents, qui se pressent sur les pages du livre et qui représentent soit les scènes de la vie militaire des Alpins, soit les sites merveilleux qui forment le théâtre de leurs opérations. Pour obtenir de si beaux résultats, il a fallu des clichés photographiques d'une grande finesse, dus pour la plupart aux officiers alpins, et un photograveur d'un art consommé.

Écrit et exécuté à Grenoble, cet ouvrage fait le plus grand honneur à cette ville et son succès témoigne de la popularité dont jouissent les bataillons alpins.

Laurencin-Chapelle. — Les archives de la guerre historiques et administratives. 1899. 1-8, 343 p., 4 pl., 52 vignettes. — Paris, chez Berger-Levrault et C^ie^. 7,50 fr.

F... — L'enseignement militaire supérieur. 1899. 1-8, 32 p. — Paris, chez Charles-Lavauzelle. 0,75 fr.

Lavisse. — L'armée à travers les âges. Conférences faites en 1898 à l'École spéciale militaire. 1899. 1-12, 277 p. — Paris, chez Chapelot. 3 fr.

M. Rubio y Bellvé. — Diccionario de ciencias militares. Tome I. *A* à *Ch*. 1895-1898. 1-8, 996 p. — Barcelone, administration de la *Revista cientifico-militar*.

Boucabeille et Lavoipière.— Les mots français-malgaches groupés d'après le sens. 1899. 1-16, 111 p. — Paris, chez Hachette. 1,50 fr

A. Cascino — La celerità di tiro e il muniziamento della fanteria (La rapidité du tir et le ravitaillement de l'infanterie). 1899. 1-8, 304 p. — Modène, chez Vincenzi. 3,50 lire.

DOCUMENTS OFFICIELS

ET

ADMINISTRATIFS

DE JUILLET A AOUT 1899

4 juillet. — *Commission d'expériences des engins et méthodes employés par le service du génie dans la guerre de siège et de campagne.*

Art. 1er. — Il est créé une commission d'expériences chargée d'étudier et de mettre à l'essai les engins et méthodes à employer par le service du génie dans la guerre de siège et de campagne.

Art. 2. — Cette commission est composée de membres permanents et de membres temporaires.

Les membres permanents sont :

Le directeur des services de la télégraphie militaire et du matériel de guerre du génie ;

Le chef de la chefferie du matériel de guerre du génie ;

Deux officiers de la section technique du génie ;

Deux capitaines du génie.

Ces deux derniers officiers sont classés à la chefferie du matériel de guerre ; ils sont chargés spécialement, sous la direction du président de la commission et la surveillance du chef de ladite chefferie, de la préparation des expériences, de la tenue des archives de la commission et de la rédaction des comptes rendus.

Les membres temporaires sont désignés par le ministre parmi les officiers généraux ou supérieurs pour l'étude de certaines questions spéciales.

La présidence de la commission appartient au plus ancien des membres permanents ou temporaires.

Art. 3. — Le détachement de sapeurs-mineurs affecté à la chefferie du matériel de guerre est augmenté du nombre d'hommes nécessaire pour assurer le service de la commission d'expériences. Il est commandé par un officier.

Ce détachement compte administrativement au 1er régiment du génie. L'officier qui le commande est aux ordres du président de la commission pour tout ce qui concerne la préparation et l'exécution des expériences.

Art. 4. — Le ministre arrête le programme des expériences à exécuter, d'après les propositions qui lui sont soumises par le président du comité du génie, les inspecteurs généraux et le directeur des services de la télégraphie militaire et du matériel de guerre.

Il fixe la composition de la commission pour chacune des questions à soumettre à son examen.

Art. 5. — La chefferie du matériel de guerre reçoit allocation des fonds destinés aux expériences ; elle achète ou fait confectionner dans ses ateliers tout le matériel nécessaire aux travaux de la commission.

Elle assure la garde des archives de cette dernière, tout en les tenant distinctes de ses propres archives.

Art. 6. — Des emplacements sont réservés à la commission sur les polygones du génie de Versailles. Pour les expériences qui ne pourraient y être faites, le ministre désigne le champ de tir ou le polygone où elles auront lieu.

Des locaux sont, en outre, affectés à la commission pour servir de bureaux, magasins, salles de confection d'artifices et de manipulations.

Art. 7. — Les moyens de transport nécessaires pour les mouvements de matériel sont mis à sa disposition par le général commandant la brigade du génie de Versailles, sous réserve des exigences du service des deux régiments.

Art. 8. — Les procédés expérimentés par la commission peuvent ensuite, par ordre du ministre, être mis à l'essai par des unités constituées, sous la direction technique de la commission.

6 juillet. — *Circulaire relative à l'établissement des régimes des champs de tir de circonstance et de certains champs de tir temporaires*. (Directions du génie, de l'infanterie et de l'artillerie.) [*B. O.*, p. r., p. 487 à 492.] (*In extenso*.)

Messieurs, les résultats de l'application des dispositions contenues dans la lettre collective du 28 juillet 1897 (*B. O.*, p. r., p. 114) ont montré qu'il était possible de trouver, à proximité de la plupart des garnisons d'infanterie, des terrains se prêtant à l'exécution de quelques tirs de combat, au cours d'une manœuvre ou d'un exercice effectué à une époque convenablement choisie. Des essais faits dans plusieurs corps d'armée ont même permis de constater que les facilités ainsi obtenues pour l'instruction des troupes d'infanterie pouvaient être, dans certains cas, étendues soit à des manœuvres avec feux réels, exécutées par des troupes de toutes armes, soit même à des tirs exclusivement d'artillerie dans certaines conditions spéciales, comme, par exemple, en pays de montagne.

D'autre part, les comptes rendus qui m'ont été adressés m'ont donné lieu de reconnaître que diverses dispositions de la lettre précitée, relatives à l'étude et à l'établissement des régimes des champs de tir de circonstance, n'avaient pas toujours été appliquées judicieusement.

C'est en vue d'éviter à l'avenir les inconvénients ainsi reconnus, tout en maintenant les progrès réalisés, que j'ai arrêté les dispositions suivantes qui abrogent celles de la lettre collective du 28 juillet 1897.

I. — Champs de tir de circonstance.

Les champs de tir de circonstance sont des terrains qu'on a reconnus pouvoir se prêter à l'exécution de quelques tirs réels, au cours d'une manœuvre ou d'un exercice effectué à une époque convenable. Ces terrains ne sont jamais pris en location, les tirs y sont limités à une ou deux séances de peu de durée ; cependant, lorsque les circonstances le permettent et que les propriétaires intéressés n'y font pas obstacle, le nombre des séances peut être exceptionnellement augmenté. Dans le double but de ménager les intérêts des populations et d'exercer les cadres et la troupe à

exécuter les feux dans des sites divers, ces champs de tir ne doivent pas, en principe, être utilisés à différentes reprises, tout au moins à intervalles rapprochés ; le régime n'est valable que pendant l'année pour laquelle il est établi et pour les séances prévues.

a) Reconnaissance des terrains et présentation des propositions.

Champs de tir d'infanterie. — Les chefs de corps font reconnaître les terrains, déterminent les limites des zones à occuper par les tireurs et par les objectifs, ainsi que celles de la zone dans laquelle la circulation devra être interdite pendant les tirs. Ils s'assurent que l'établissement du champ de tir ne soulève aucune objection de la part des municipalités intéressées, et s'enquièrent auprès de celles-ci de l'époque la plus favorable pour l'exécution de la manœuvre prévue.

Ils rédigent ensuite un projet de régime et un rapport contenant les renseignements complémentaires, conformément aux modèles donnés ci-après, et les font parvenir, par la voie hiérarchique, en y joignant les adhésions des municipalités intéressées, au général commandant le corps d'armée, avant le 1er octobre de chaque année pour les tirs qui doivent avoir lieu dans le courant de l'année suivante.

Champs de tir d'artillerie[1]. — Les études sont faites dans la forme qui précède, sous la direction immédiate du général commandant l'artillerie, qui donne préalablement ses instructions particulières et transmet, après achèvement desdites études, le dossier au général commandant le corps d'armée.

Champs de tir pour toutes armes. — Les études sont également faites dans la forme qui précède, par une commission nommée par le général commandant le corps d'armée et comprenant, entre autres membres, les représentants des services locaux de l'artillerie[2] et du génie. Elles doivent être transmises au général commandant le corps d'armée dans les délais indiqués pour celles relatives aux champs de tir d'infanterie.

---

1. A l'exception des champs de tir destinés aux tirs exécutés dans les ouvrages de défense ; pour ces champs de tir, les dispositions en vigueur sont maintenues intégralement.

2. École d'artillerie ou établissement en tenant lieu.

b) Examen des projets de régime.

Le général commandant le corps d'armée fait examiner par le service local du génie les propositions concernant les champs de tir d'infanterie qu'il juge devoir accueillir en principe. Le service du génie signale les modifications qu'il conviendrait d'apporter aux projets de régime avant de les soumettre à l'acceptation des services civils, afin de ne présenter à ceux-ci que des propositions bien étudiées et complètement arrêtées. Le général commandant le corps d'armée arrête définitivement, en temps utile, les régimes à soumettre à l'acceptation des services civils. Il ordonne à l'autorité compétente [1] d'ouvrir les conférences à intervenir avec ces services pour la détermination des régimes.

c) Détermination des régimes.

L'établissement des régimes donne lieu à des conférences à un seul degré ou à deux degrés, selon les règlement sen vigueur. Ces conférences, qui sont distinctes pour chacun des champs de tir projetés, sont ouvertes d'urgence. Lorsqu'il s'agit d'un champ de tir pour toutes armes, le service de l'artillerie y est représenté.

Les membres militaires de ces conférences doivent s'efforcer d'obtenir des adhésions directes de la part des représentants des services civils. Si ces adhésions sont délivrées, le directeur du service qui a ouvert la conférence en prend acte et en rend compte au ministre, en lui transmettant une copie (deux pour les champs de tir de toutes armes) des régimes qui en résultent ; dans le cas contraire, le dossier de l'affaire est adressé au général commandant de corps d'armée, qui le transmet d'urgence au ministre en faisant connaître son avis sur la suite à donner.

d) Renouvellement des régimes.

Lorsque le commandant de corps d'armée veut exceptionnellement faire utiliser un champ de tir dont le régime a déjà été approuvé pour une année antérieure, sans qu'il y ait lieu d'apporter aucune modification à ce régime, il invite le directeur in-

---

1. Cette autorité est : pour les champs de tir d'infanterie et ceux pour toutes armes, le chef du génie dans la zone frontière, le directeur du génie en dehors de cette zone; pour les champs de tir d'artillerie, le directeur de l'École d'artillerie.

téressé[1] à demander l'adhésion des services civils sous forme d'annexe au procès-verbal de conférence déjà intervenu[2].

Si cette adhésion est obtenue, le directeur en rend compte au ministre sans envoyer une nouvelle copie du régime.

II. — Champs de tir temporaires.

Les champs de tir temporaires sont établis sur des terrains prêtés par les communes ou les particuliers et mis, chaque année, à la disposition des troupes pendant une ou plusieurs périodes de peu de durée, pour leur permettre l'exécution des tirs réglementaires qu'ils n'auraient pu effectuer dans leurs garnisons. Leur régime est applicable jusqu'à revision, sans limite de durée.

Lorsque ces champs de tir peuvent être installés sans dépense pour l'État, la procédure ci-dessus leur est applicable. Dans le cas contraire, on continuera à se conformer aux prescriptions en vigueur pour les champs de tir permanents.

III. — Recommandations générales.

Il est de la plus haute importance de tenir compte, dans l'élaboration des projets de régime, des intérêts des particuliers dont les propriétés sont comprises dans le champ de tir ou la zone dangereuse, des besoins de la circulation sur les voies de toute nature, etc.

Toutes propositions qui ne seraient pas conçues dans cet ordre d'idées risqueraient de ne pas recevoir l'adhésion des services civils ; d'ailleurs, l'établissement d'un régime lésant les intérêts privés amènerait la production de demandes d'indemnités, ce qu'il importe d'éviter dans la mesure du possible.

Indépendamment de l'étude particulière nécessitée par l'établissement du régime de chaque champ de tir, il convient de s'assurer, par une étude d'ensemble des champs de tir d'une même région, qu'il ne résultera aucun inconvénient de leur emploi simultané ou à des époques rapprochées. C'est dans le but de

---

1. Directeur du service qui a ouvert la première conférence avec les services civils.

2. Il sera généralement possible, dans ce cas, d'avoir recours, pour les champs de tir situés dans la zone frontière, à la procédure sommaire instituée par l'article 5 du décret du 8 septembre 1878.

permettre au commandement de procéder à cette étude qu'une date-limite a été fixée pour la présentation des projets des régimes concernant chaque année.

Les dimensions de la zone dangereuse doivent être déterminées suivant la nature et les formes du terrain et suivant les armes ou bouches à feu employées ; elles sont, en tout cas, pour les champs de tir d'infanterie, supérieures à celles que donnerait l'application aux lignes de tir extrêmes des règles fixées par l'article 52 de l'instruction sur l'armement, les munitions et les champs de tir de l'infanterie. Cette zone dangereuse ne doit renfermer ni habitations, ni voies de communication fréquentées.

Les mesures de sécurité à prévoir dans les régimes des champs de tir pour toutes armes doivent comprendre celles à prendre après le tir par les soins du service de l'artillerie pour la recherche des projectiles non éclatés.

PROMOTIONS, MUTATIONS ET RADIATIONS

Du 16 juillet au 15 août 1899.

ARMÉE ACTIVE.

OFFICIERS.

LIEUTENANT-COLONEL. — Mutation : M. *Malcor,* breveté, hors cadres, à l'état-major du 12e corps d'armée, nommé sous-chef d'état-major de ce corps d'armée (12 juillet).

CHEFS DE BATAILLON. — Mutations : MM. *Mullrier,* à Rouen, nommé chef du génie dans cette place. — *Franck,* breveté, adjoint au directeur du génie à Maubeuge, nommé chef d'état-major du commandement supérieur de la défense des places du groupe de Maubeuge et du gouvernement de Maubeuge (12 juillet).— M. *Passelergue,* chef du génie à Antibes, désigné pour être employé à Marseille (12 août).

CAPITAINE EN 1er. — M. *Casal,* détaché du 7e rég. à Marseille, nommé chef du génie à Antibes (12 août).

Radiation : M. *Lasseron,* officier d'ordonnance de M. le général gouverneur de Bayonne, nommé sous-intendant de 3e classe dans la division d'Alger (12 juillet).

CAPITAINES EN 2e. — Promus *Capitaines en* 1er : MM. *Thaon,* au 4e rég., à Besançon. — *Colin* (J. F.), au 1er rég., à Verdun. — *Multzer,* inspecteur des études à l'École polytechnique. — *Sabarthez,* hors cadres, en mission en Colombie. — *Vernier,* au 6e rég., détaché à la section technique de l'arme, à Paris. — *Carlhan,* au 2e rég., en Tunisie. — *Darmandieu,* chef du génie à Sidi-bel-Abbès. — *Hœrter,* breveté, à l'École d'application à Fontainebleau. — *Blanleuil,* chef du génie à Gabès. — *Pezet,* au 4e rég., détaché à l'Établissement central d'aérostation militaire à Chalais (30 juillet).

Mutations : M. *Guyon* (F.), à Besançon, désigné pour Madagascar (20 juillet). — M. *Giboudot,* officier d'ordonnance de M. le gouverneur de Besançon, désigné pour l'état-major de l'armée, 4e bureau (24 juillet). — M. *Daultheville* (P.), à Montpellier, désigné comme officier d'ordonnance de M. le général Pamard, commandant le génie de la 15e région (1er août). — M. *Hellot,* breveté, hors cadres, en dernier lieu à l'état-major du corps d'occupation de Madagascar, mis en activité hors cadres pour être affecté à l'état-major de l'armée (10 août).

LIEUTENANT EN 1er. — Radiation : M. *Sagny,* décédé (11 juillet).

LIEUTENANTS EN 2e. — Promus *Lieutenants en* 1er : MM. *Dadillon,* au 6e rég., à Angers. — *Scherb,* au 7e rég., à Avignon (30 juillet).

ADJOINTS.

ADJOINT PRINCIPAL DE 1re CLASSE. — M. *Domin* (4 août).

ADJOINT PRINCIPAL DE 2e CLASSE. — Promu *Adjoint principal de* 1re *classe :* M. *Prost,* au ministère de la guerre (matériel du génie) [11 août].

ADJOINT DE 1re CLASSE. — Promu *Adjoint principal de* 2e *classe :* M. *Wibraite,* au service général à Alger, maintenu en Algérie (11 août).

ADJOINTS DE 2e CLASSE. — Mutations : MM. *Porsain,* à Saïda. — *Durand* (P. A.), à Albertville. — *Sampré,* à Ajaccio, désignés pour Madagascar (20 juillet).

ADJOINTS DE 3e CLASSE. — Promus *Adjoints de* 2e *classe :* MM. *Lecam,* à Bastia, maintenu dans la direction de Bastia. — *Brunet,* hors cadres, en congé, rentrant de Madagascar,, maintenu hors cadres. — *Sabrou,* à Caen, maintenu dans la direction de Rouen. — *Damien,* hors cadres, en congé, rentrant de Madagascar, maintenu hors cadres. — *Cellier,* à Sétif, maintenu en Algérie. — *Maillard,* hors cadres, à Madagascar. — *Guiraud,* à l'École du génie de Grenoble (11 août).

Mutation : M. *Jacquin,* à Batna, désigné pour Madagascar (20 juillet).

Radiation : M. *Niles,* démissionnaire (24 juillet).

SOUS-OFFICIERS STAGIAIRES. — Promus *Adjoints de* 3e *classe :* MM. *Morel-Dérocle,* à Tunis. — *Chevallot,* à Aïn-Sefra, maintenu en Algérie. —

Lacour, à Toulon, désigné pour l'Algérie. — *Yves,* à Amiens. — *Défassiaux,* à Rouen (11 août).

Nominations : MM. *Grosperrin,* sergent-major au 4e rég., désigné pour la direction de Toul. — *Delihu,* sergent au 6e rég., désigné pour la direction de Brest. — *Camus,* sergent au 5e rég., détaché au chemin de fer du Soudan. — *Geay,* sergent au 7e rég., désigné pour la direction de Marseille. — *Brun,* sergent au 5e rég., détaché au chemin de fer du Soudan. — *Roche,* sergent au 5e rég., mis à la disposition du ministre des colonies. — *Grégoire,* sergent au 3e rég., désigné pour la direction de La Fère (11 août).

ARMÉE TERRITORIALE.

OFFICIERS.

Capitaine. — Radiation : M. *Lefrançois,* démissionnaire (24 juillet).

Sous-Lieutenants. — MM. *Humbert, Bauchot, Paraige, Jobst, Trijasse, Crété,* nommés (4 août).

TABLEAU DE CONCOURS POUR LA LÉGION D'HONNEUR

Pour 1899 (*Suite*).

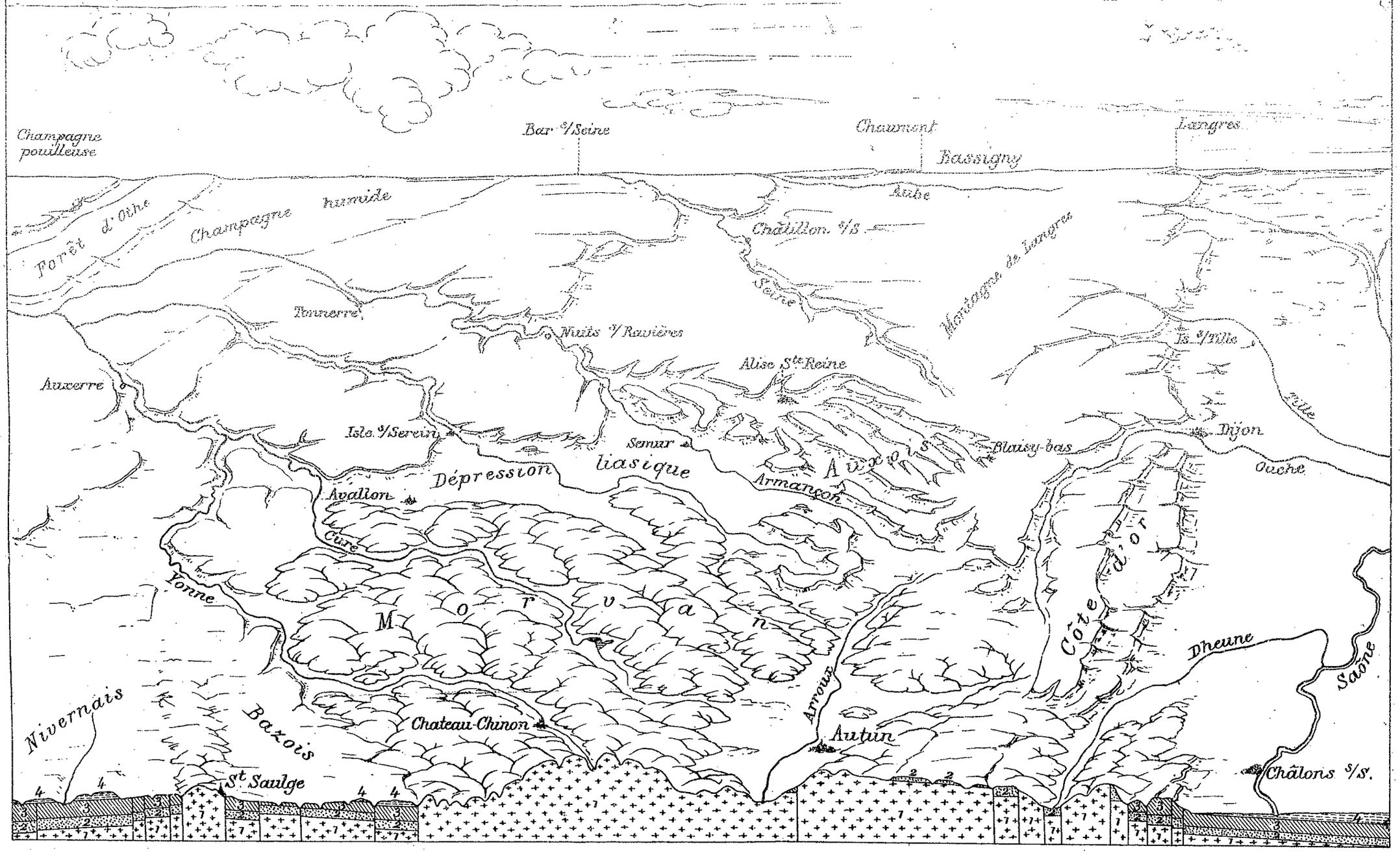
(*J. O.*, p. 5725.)

Pour la croix d'officier de la Légion d'honneur : M. *Houdaille,* capitaine du génie, hors cadres, à la disposition du ministre des colonies (8 août). [Services exceptionnels rendus dans la direction des travaux de la mission chargée de l'étude de la construction d'un chemin de fer à la Côte d'Ivoire.]

Le gérant, Ch. Norberg.

NOUVELLES MÉTHODES GÉOGRAPHIQUES

ESSAI DE COUPE ET DE PERSPECTIVE DE LA RÉGION DU MORVAN



1, Substratum ancien _ 2, Trias _ 3, Jurassique _ 4, Tertiaire _ y compris le permien.

NANCY _ LITH. BERGER-LEVRAULT & Cie

LES

CONSTRUCTIONS EN BÉTON ARMÉ

CALCULS DE RÉSISTANCE — DÉTAILS D'EXÉCUTION

(*Suite et fin* [1].)

DÉTAILS D'EXÉCUTION

I

PLANCHERS. — PLAFONDS

Position de l'armature des poutres ou solives. — Nous avons déjà vu qu'il convenait de placer l'axe de l'armature unique des poutres, ou de leur armature inférieure quand il y en a deux, à une distance de la face inférieure égale à 0,12 de la hauteur totale. Cette position, indiquée par M. Wayss et par M. Considère, permet d'enrober suffisamment les barres dans le béton et d'assurer la solidarité des deux matières, sans imposer à la face inférieure de la pièce des allongements sensiblement plus grands que ceux du métal.

Nombre des barres. — La section totale de l'armature étant déterminée par le calcul, conviendra-t-il de réduire le nombre des barres au strict minimum, ou, au contraire,

1. Voir *Revue du génie*, 1899, t. XIII, p. 127.

de le multiplier autant que possible ? Si l'explication donnée par M. Considère des grands allongements que prend le béton quand il est armé est exacte, il y a intérêt à augmenter autant que possible la surface latérale de l'armature, puisque l'adhérence, qui seule assure la solidarité des deux matières, croît dans le même rapport.

Or, si l'on emploie d'une part n barres de rayon r et d'autre part n' barres de rayon r', à égalité de section, on aura

$$nr^2 = n'r'^2,$$

d'où

$$r = r' \sqrt{\frac{n'}{n}}.$$

Les surfaces latérales seront d'ailleurs, pour l'unité de longueur des barres

$$S = 2\pi rn \text{ et } S' = 2\pi r'n'.$$

On en déduit $$\frac{S'}{S} = \sqrt{\frac{n'}{n}}.$$

Les surfaces latérales sont donc proportionnelles aux racines carrées des nombres de barres et la multiplication de celles-ci paraît avantageuse.

L'expérience a confirmé ces résultats. Toutefois, il semble que la résistance de la pièce n'augmente pas indéfiniment quand décroît le diamètre des barres et que, à partir d'une certaine limite, cette résistance reste constante. Il est vraisemblable qu'à ce moment la liaison des deux matières est assurée autant qu'il est possible et que, par suite du rapprochement des barres, le gravier et le sable du béton ne pénètrent plus que difficilement entre elles : ni la surface de contact, ni par suite l'adhérence ne peuvent plus s'accroître.

Ce fait a été mis très nettement en lumière par les résultats d'expériences effectuées à Boulogne-sur-Mer par M. Feret, chef du laboratoire des ponts et chaussées, qui a bien voulu nous autoriser à les publier avant que pa-

raisse l'ouvrage dans lequel il compte relater lui-même prochainement les résultats complets de ses recherches sur les poutres armées. Le diagramme ci-après (fig. 11) représente les résultats d'une partie de ces expériences :

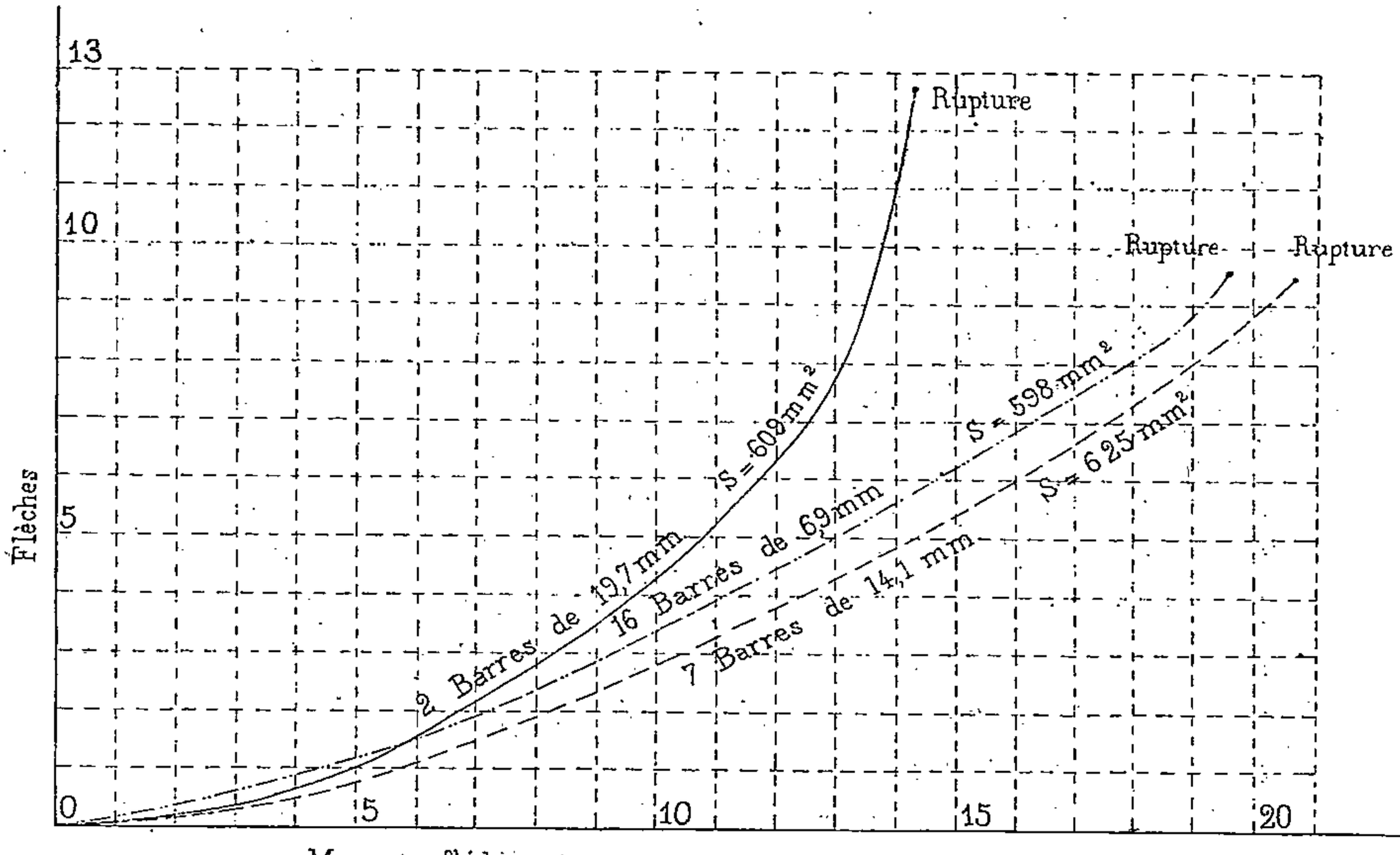


Fig. 11. — Influence du nombre des barres sur la résistance. Expériences de Boulogne.

Échelle de flèches : 5 mm pour 1 m. — Échelle des moments : 5 mm pour 1 kg.

il a été tracé en prenant pour ordonnées les flèches au milieu de la portée et pour abscisses les valeurs du quotient $\frac{M}{bh^2}$ (M, moment fléchissant au milieu de la portée ; b, largeur, et h, hauteur de la pièce). Comme les dimensions de toutes les poutres soumises aux essais étaient identiques, les valeurs de ce quotient sont proportionnelles aux moments fléchissants. Les plus petites barres étaient en fer et les autres en acier doux, mais les propriétés de ces métaux ne présentaient que de très faibles différences qui ne paraissent pas avoir exercé sur les résultats une influence appréciable.

Forme de l'extrémité des barres. — Tous les spécialistes sont d'accord pour recommander de terminer les extrémités des barres par une queue de carpe ou par un retour en forme de crochet, de façon à les sceller dans la masse du béton et à prévenir leur glissement. Il semble que la résistance de ces scellements ne doit entrer en jeu que sous l'action d'efforts dépassant la limite de sécurité et alors qu'il s'est déjà produit des fissures dans la partie tendue du béton. Ils seraient seulement destinés à atténuer la gravité des conséquences d'un effort trop considérable imposé à la poutre.

Absence de soudures. — Les barres des armatures doivent être, entre les points d'appui successifs, d'un seul morceau, sans soudure. Le commerce fournit des barres de très grande longueur, suffisante dans la plupart des cas de la pratique ; si pourtant on était obligé d'en employer plusieurs tronçons, il faudrait les réunir par des manchons à vis ou par tout autre dispositif présentant les mêmes garanties de résistance.

Liaison des armatures. — Qu'on emploie deux armatures ou une seule, il est toujours bon de relier par du métal la partie inférieure et la partie supérieure des poutres pour s'opposer à la tendance au glissement, qui peut se produire dans diverses directions sous l'influence de l'effort tranchant. On atténue ainsi les dangers résultant d'une malfaçon, en particulier de la formation de joints horizontaux provenant d'une exécution discontinue ou trop lente.

Les dispositions adoptées pour réaliser cette liaison sont très variables : tantôt on fait passer du fil de fer autour des deux armatures, tantôt on emploie du grillage en fil de fer qu'on ligature sur les barres, tantôt enfin, comme M. Hennebique, on embrasse l'armature avec des étriers en fer feuillard dont on détermine par le calcul la section et l'écartement.

Coulée et démoulage des poutres. — Il est essentiel de bien

pilonner le béton des poutres, surtout dans le voisinage des armatures, afin qu'il n'y subsiste aucun vide. On se sert à cet effet de dames de modèles très divers : l'une des plus simples et des plus employées consiste en une simple barre de fer carré terminée par un retour à angle droit.

En vue de réduire les frais accessoires, la plupart des constructeurs évitent de clouer les coffrages des poutres et solives : ils les maintiennent à leur partie inférieure au moyen de serre-joints en fer, du modèle représenté par la figure 12, et à leur partie supérieure au moyen de quel-

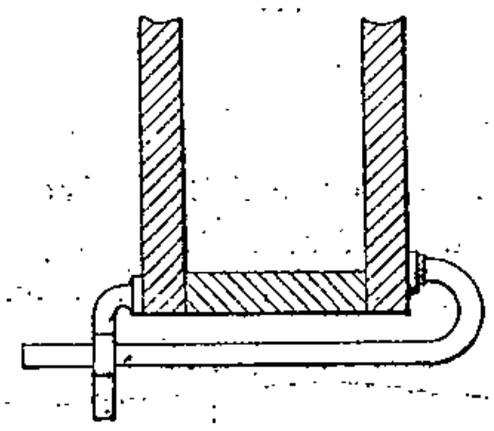


Fig. 12. — Serre-joints.

ques bouts de tringle cloués. Les serre-joints fonctionnent à la façon d'un valet de menuisier et quelques coups de marteau suffisent pour effectuer le démoulage. Il paraît presque superflu d'ajouter que l'on ne doit procéder à cette dernière opération que plusieurs semaines après la coulée, afin que la prise soit aussi complète que possible. Beaucoup de constructeurs n'attendent pas aussi longtemps, dans le but d'immobiliser moins de bois : ils s'exposent ainsi à désorganiser leurs ouvrages dès le début et d'une façon irrémédiable.

Armature des planchers ou hourdis. — Dans notre précédente notice (*Revue du génie*, 1895), nous avons indiqué diverses dispositions des planchers et hourdis. Un grand nombre d'autres ont été imaginées depuis cette époque : nous n'en signalerons que deux qui paraissent particulièrement intéressantes en raison de leur simplicité.

La première a été employée à Tunis pour l'exécution de planchers supplémentaires dans un magasin à farines dé-

Planchers supplémentaires du magasin à farines de Tunis (1/20).

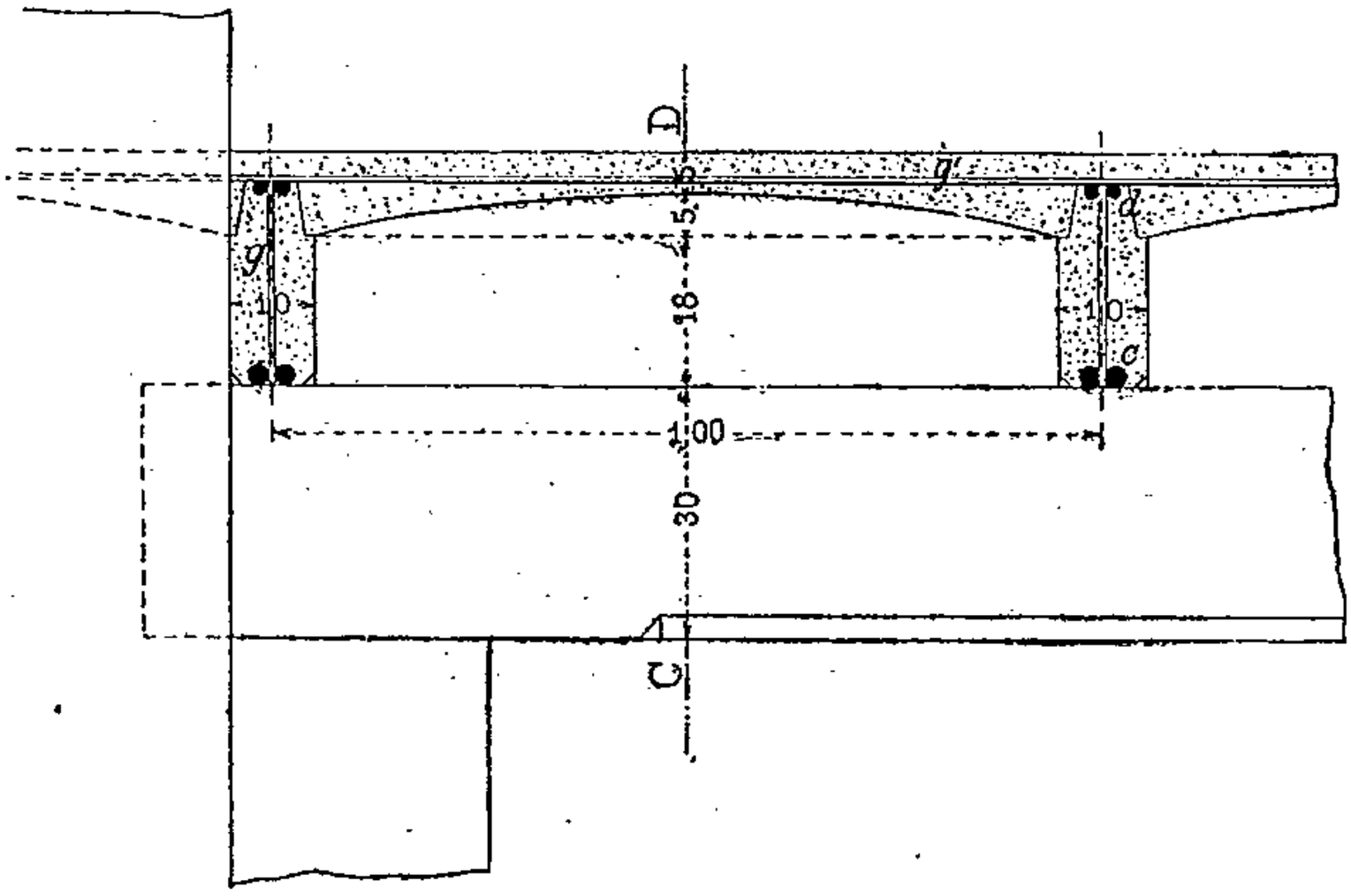


Fig. 13. — Coupe AB. Solives et hourdis.

Légende. — *c*, fers de 24 mm ; *d*, fers de 17 mm ; *g*, grillage en fil n° 18, mailles de 35 mm ; *g'*, grillage en fil n° 10, mailles de 50 mm.

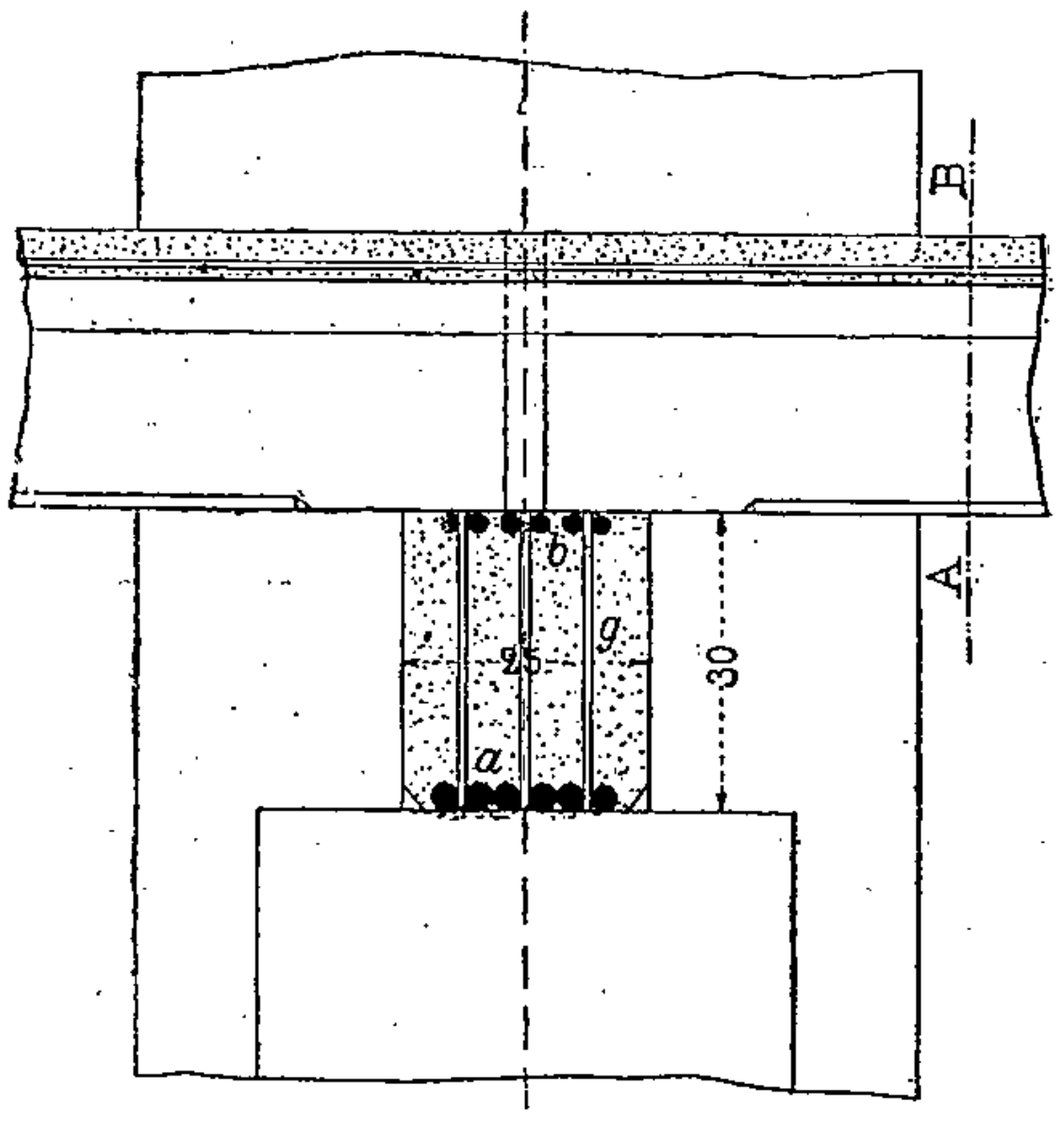


Fig. 14. — Coupe CD. Poutres

Légende. — *a*, fers de 30 mm ; *b*, fers de 22 mm ; *g*, grillage en fil n° 18, mailles de 35 mm.

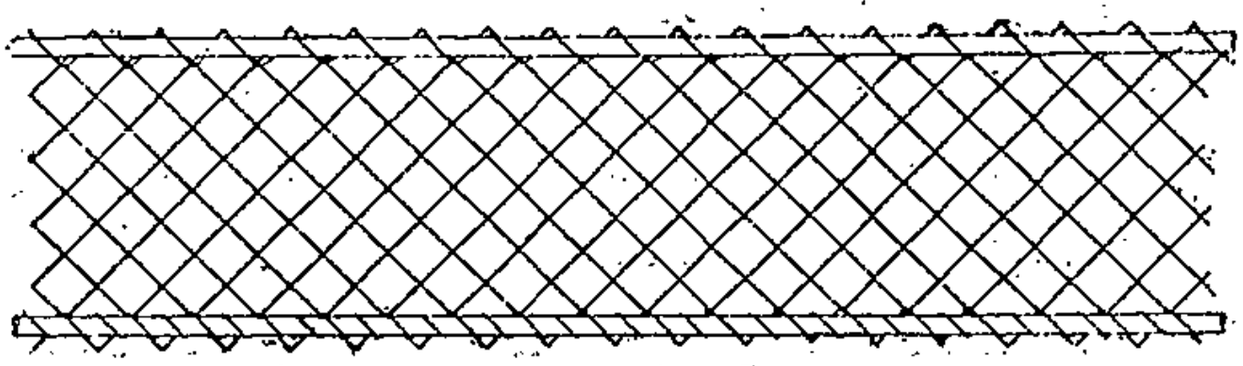


Fig. 15. — Armature des solives.

pendant du service des subsistances militaires ; elle est représentée par les figures 13, 14 et 15. Le hourdis est constitué par des voûtains en béton, qui prennent appui sur les solives et qui ne sont armés que d'un simple grillage en fil de fer. La charge totale prévue pour le plancher était de 900 kg par m^2 ; la portée des solives était de 4,65 m et celle des poutres de 5 m. C'est aussi un grillage en fil de fer qui reliait les armatures des pièces de la travure.

La seconde disposition a été appliquée dans un assez grand nombre de bâtiments de l'Exposition universelle de 1900. Le hourdis est formé de dalles planes armées de feuilles de *métal déployé*. On appelle ainsi un treillis mé-

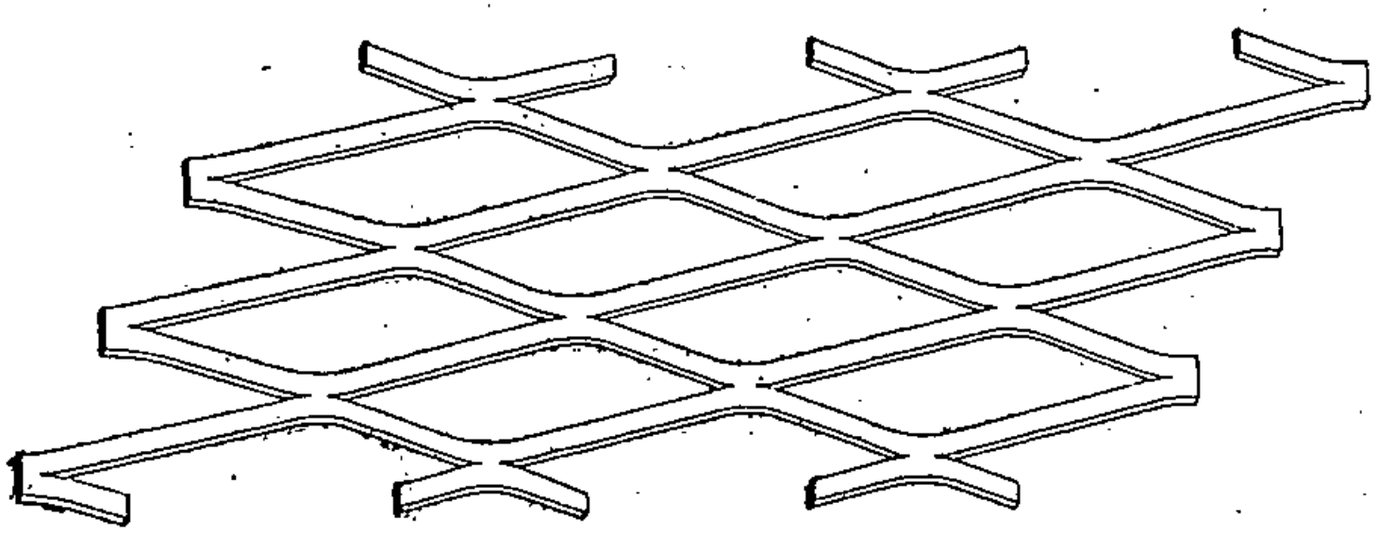


Fig. 16. — Métal déployé.

tallique obtenu par le découpage et l'étirage simultanés de feuilles de tôle sans torsion, soudure ni rivure. La figure 16 donne une idée de son aspect et l'on trouvera d'ailleurs dans la *Revue technique* (décembre 1896) d'intéressants détails sur sa fabrication.

Comme les machines actuellement en usage permettent de découper des tôles atteignant l'épaisseur de 6 mm et qu'on peut faire varier à volonté les dimensions des mailles ainsi que la largeur des lanières de métal, il est possible d'obtenir ainsi des treillis d'une grande résistance, très supérieure à celle des treillis en fil de fer.

L'expérience aurait prouvé qu'à poids égal d'armature, les dalles armées de métal déployé manifestent une résistance double de celles armées de fers ronds recroisés à

angle droit. Ce résultat s'expliquerait par la liaison des différentes parties de l'ossature entre elles, liaison qu'il est difficile de réaliser aussi bien avec les barres rondes.

Quoi qu'il en soit de cette supériorité de résistance, le métal déployé a l'avantage d'être d'une très grande commodité d'emploi, et si son prix, encore un peu élevé, venait à s'abaisser, l'usage s'en généraliserait sans doute très vite.

Coulée du hourdis. — Une des sujétions qui contribuent à élever le prix des planchers en béton armé et, par suite, à les rendre moins avantageux, réside dans la nécessité d'employer pour la coulée de nombreux étais et une grande surface de coffrages, qui souvent se trouvent mis hors de service au bout de peu de temps. Aussi, les constructeurs se sont-ils ingéniés pour prolonger la durée de leurs bois de service et en diminuer le volume.

Nous avons vu déjà que l'emploi de serre-joints, au lieu de pointes, permettait d'atteindre le premier but et faisait réaliser en même temps des économies de main-d'œuvre. L'application de papier d'emballage sur le couchis des planchers, avant la coulée, procure les mêmes avantages : le mortier ne peut plus filtrer par les joints ; il n'adhère plus aux bois, qu'on enlève alors très facilement et qu'on n'est pas obligé de nettoyer ; en outre, la surface du béton est parfaitement unie et, après l'enlèvement du papier, qui s'opère sans difficulté, aucun ravalement n'est nécessaire. Le prix de ce papier est très peu élevé et, comme on le livre en rouleaux de grande longueur, sa mise en place n'entraîne que des frais insignifiants.

Pour diminuer le nombre des étais, on commence par couler les poutres ou les solives et on y suspend ensuite le coffrage du hourdis. M. Duménil, entrepreneur à Paris, emploie à cet effet l'ingénieux appareil représenté par la figure 17 et dont nous devons le croquis à M. l'adjoint du génie Husson.

Il se compose de deux barres métalliques indépendantes

de section rectangulaire : à l'une de leurs extrémités, ces barres sont réunies par des bagues mobiles ; l'autre extrémité est assemblée avec un crochet qui pivote autour d'un axe. Après avoir réglé les supports ainsi constitués à la

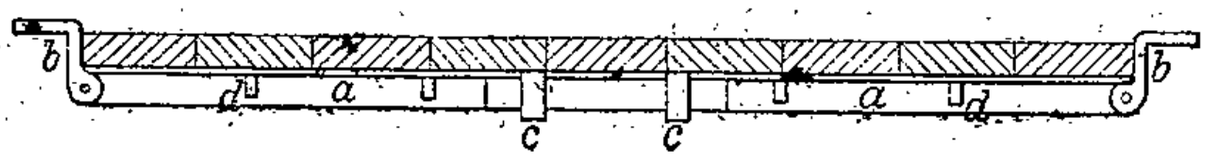


Fig. 17. — Traverse-support de hourdis.

Légende. — *a*, barres ; *b*, crochets ; *c*, bagues ; *d*, agrafes.

longueur convenable en en faisant glisser les deux parties dans les bagues, on fait reposer les crochets sur les solives, puis les planches de coffrage sur les barres. La saillie des bagues se rachète au moyen de tasseaux maintenus sur le support par des agrafes en zinc. Pour décoffrer, on chasse les bagues à coups de marteau, les barres pivotent autour de l'axe et laissent tomber les planches.

Il va sans dire que lorsqu'on procède ainsi, il est prudent de soutenir les solives par des étais, afin de ne pas leur imposer prématurément une charge excessive.

Plafonds. — Dans les bâtiments destinés à des usages industriels et dans les magasins, il n'y a pas d'inconvénient à laisser apparentes les poutres et les solives supportant les planchers : on se contente généralement, après avoir réparé les petits défauts qu'elles peuvent présenter, de les badigeonner au lait de ciment. Il n'en est plus de même quand il s'agit de locaux d'habitation et surtout des casernes et des hôpitaux ; dans ce cas, les hygiénistes recommandent de ne laisser subsister à la partie supérieure des plafonds aucune saillie susceptible de gêner le renouvellement de l'air ; ils demandent même que le plafond soit constitué de telle sorte que l'on puisse le peindre.

Il est possible de donner satisfaction à ce desideratum de bien des façons différentes. On peut, comme M. Cottancin, faire reposer des carreaux de plâtre légèrement armés sur des boudins ménagés à la partie inférieure des solives

et ne faisant sur la surface du plafond qu'une très légère saillie.

On peut encore exécuter sur place un plafond en plâtre ou en staff armé, dont l'ossature, constituée par des barres de petit diamètre, du métal déployé ou un simple grillage en fil de fer, est fixée à la partie inférieure des solives par des crampons noyés dans leur masse. Dans ce cas, l'ossature devra être galvanisée ou tout au moins peinte afin d'en prévenir l'oxydation.

Enfin, le plafond peut se composer lui-même de dalles légères en ciment armé. M. Hennebique a imaginé de mouler à l'avance ces dalles ainsi que celles destinées à constituer le plancher proprement dit et de les mettre en place au fur et à mesure de l'avancement des poutres et solives. En donnant à ces dalles des dimensions qui les rendent facilement maniables, on réalise ainsi de notables économies de temps et d'argent. Les figures 18 et 19 repré-

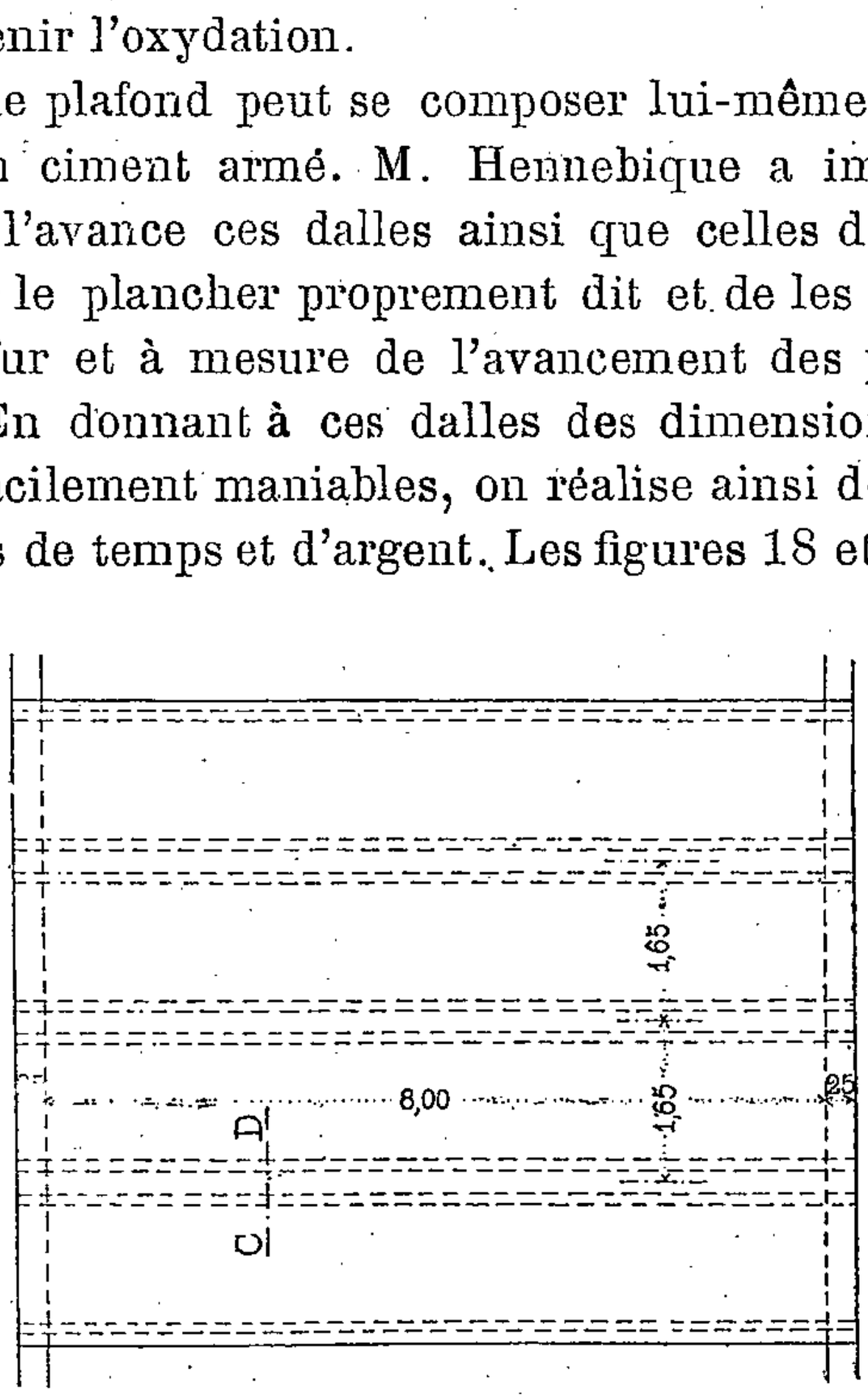


Fig. 18. — Plan d'ensemble d'un plancher de 8 m de portée (1/100).

sentent le plan et la coupe d'un plancher de 8 m de portée construit par ce procédé et destiné à porter une charge utile de 300 kg par m². Les figures 20 à 23 représentent les différentes phases de l'exécution.

Les dalles de plafond ont 1,50 m de longueur, 1 m de

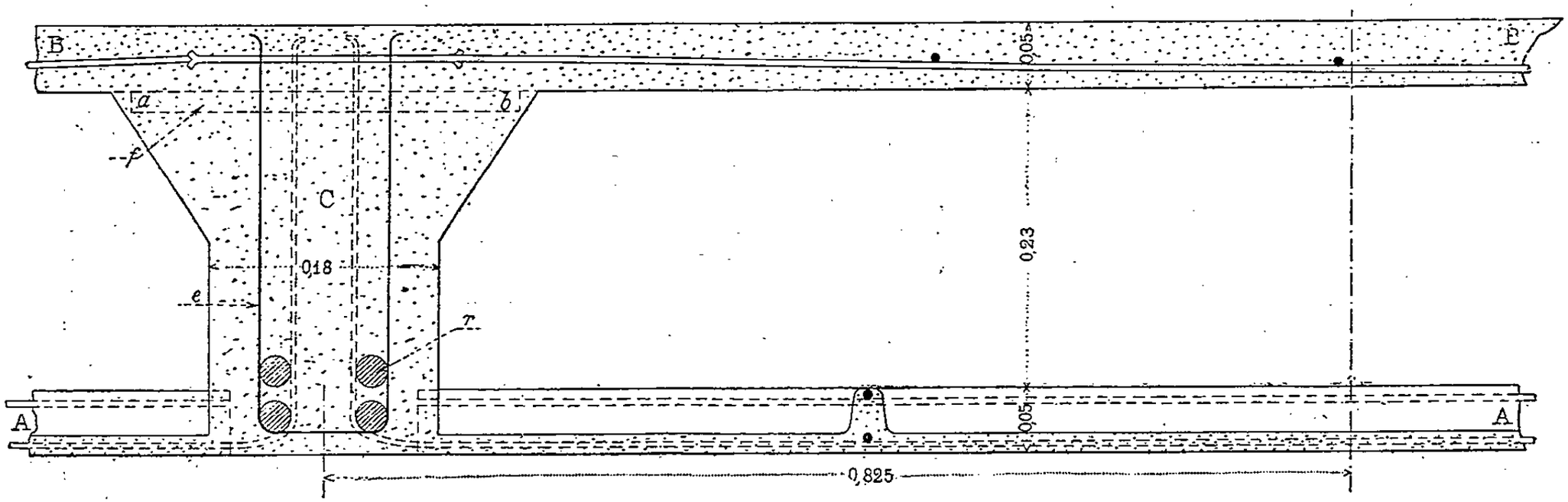


Fig. 19. — Coupe CD d'un plancher de 8 m de portée avec une charge utile de 300 kg par m².

Légende. — AA, plafond ; BB, plancher ; C, solive ; *f*, fer feuillard de 20 × 2 × 1 mm ; *e*, étrier de 30 × 2 mm ; *r*, fers ronds de 31 mm de diamètre et de 8,1 m de longueur.

largeur et 0,015 m d'épaisseur, elles sont renforcées par six nervures.

Les dalles de plancher sont longues de 1,35 m, larges de 0,50 m et épaisses de 0,05 m.

Mode d'exécution du plancher de 8 m de portée.

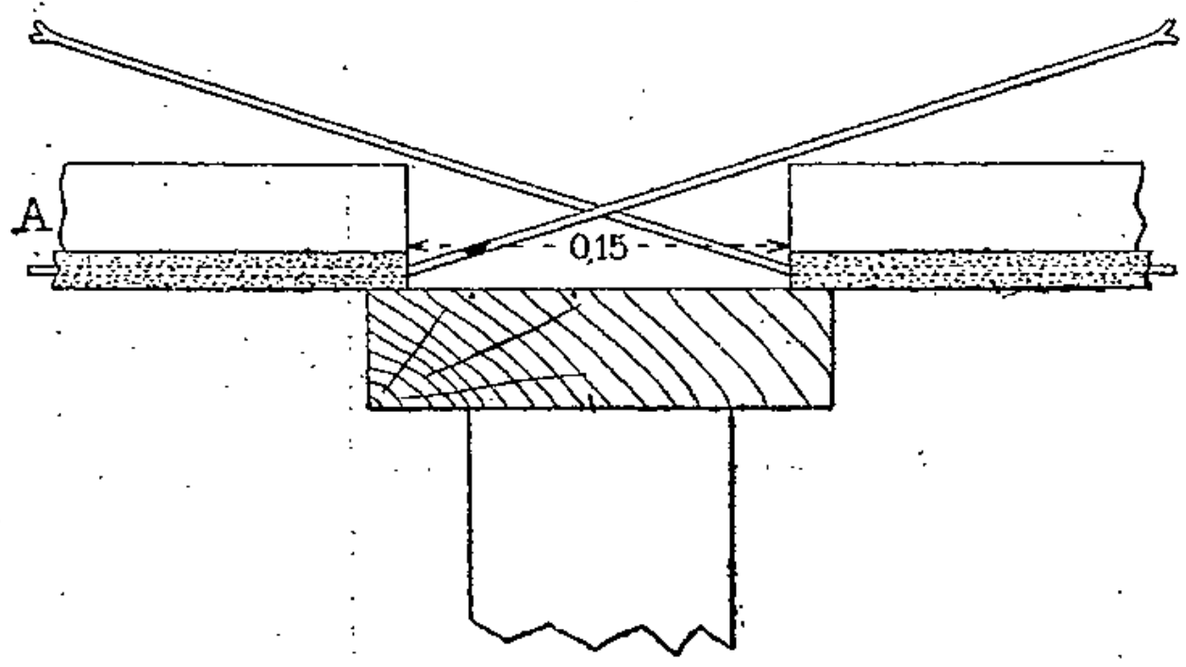


Fig. 20. — Pose du plafond.

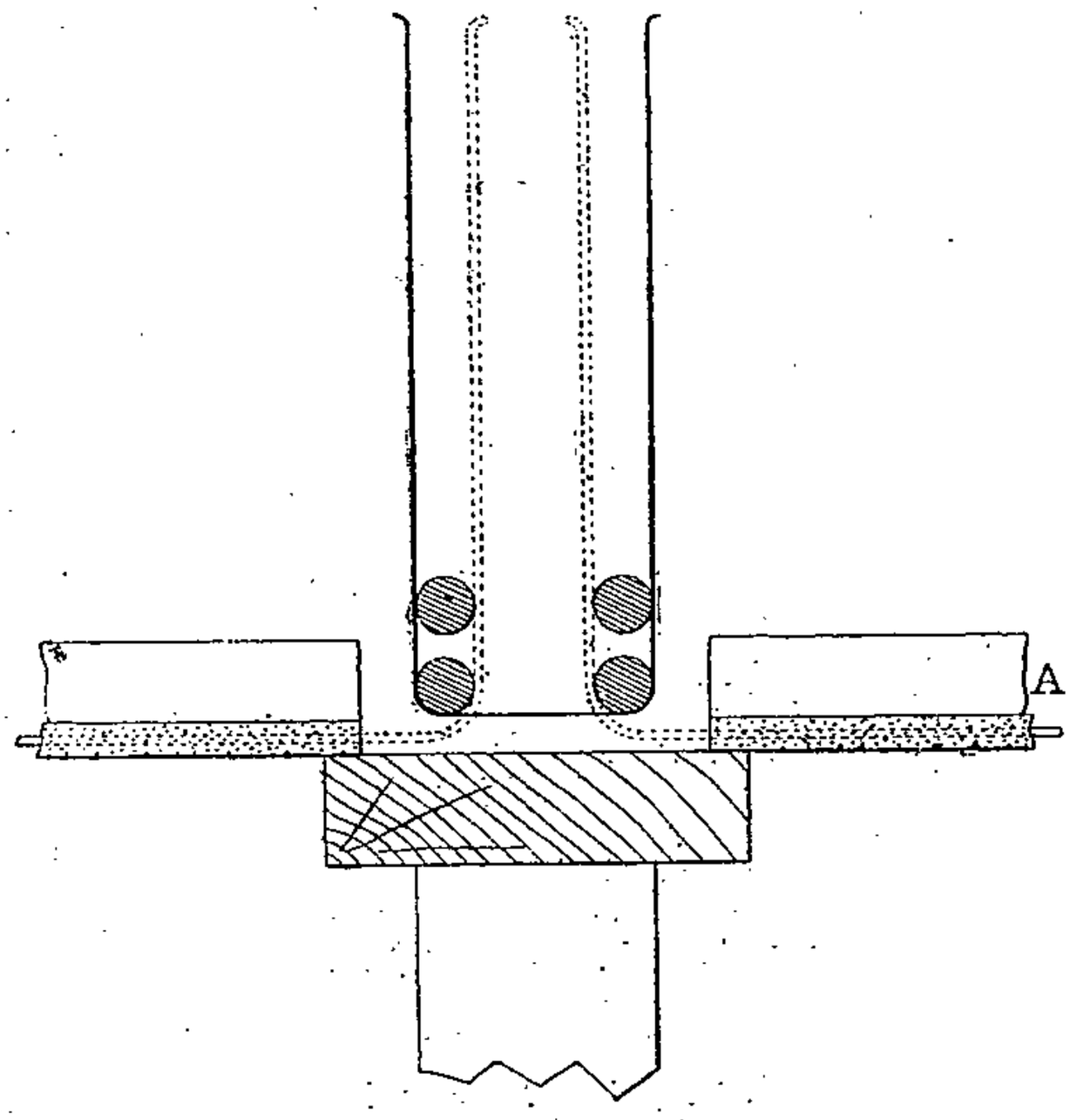


Fig. 21. — Pose de l'armature des solives.

Les joints perpendiculaires à la direction des poutres ont la forme représentée par la figure 24 : ils sont remplis d'un coulis de ciment.

Peinture des plafonds en ciment armé. — La peinture des plafonds en plâtre n'offre aucune difficulté ; mais quand

Mode d'exécution du plancher de 8 m de portée.

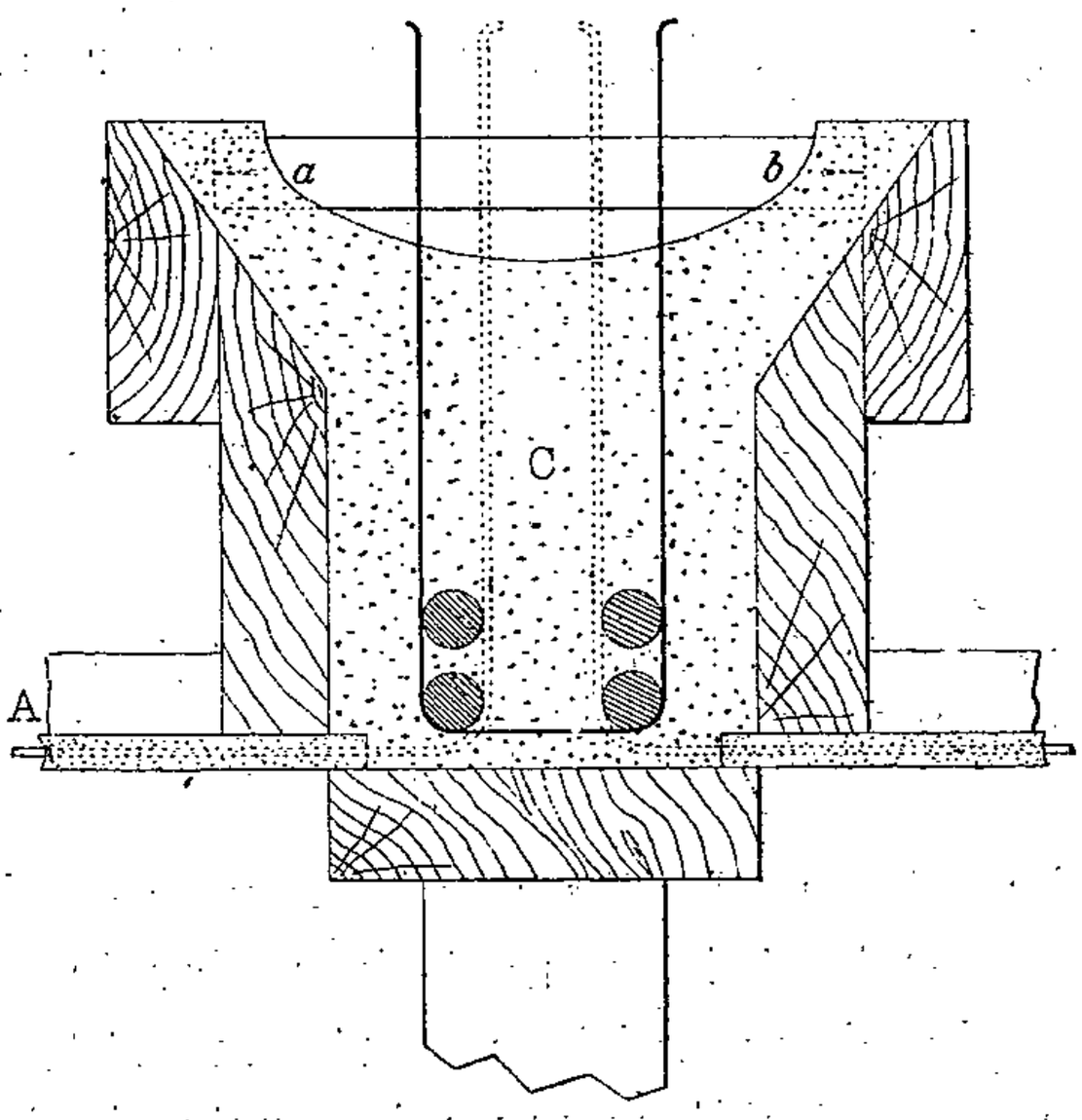


Fig. 22. — Coulée des solives.

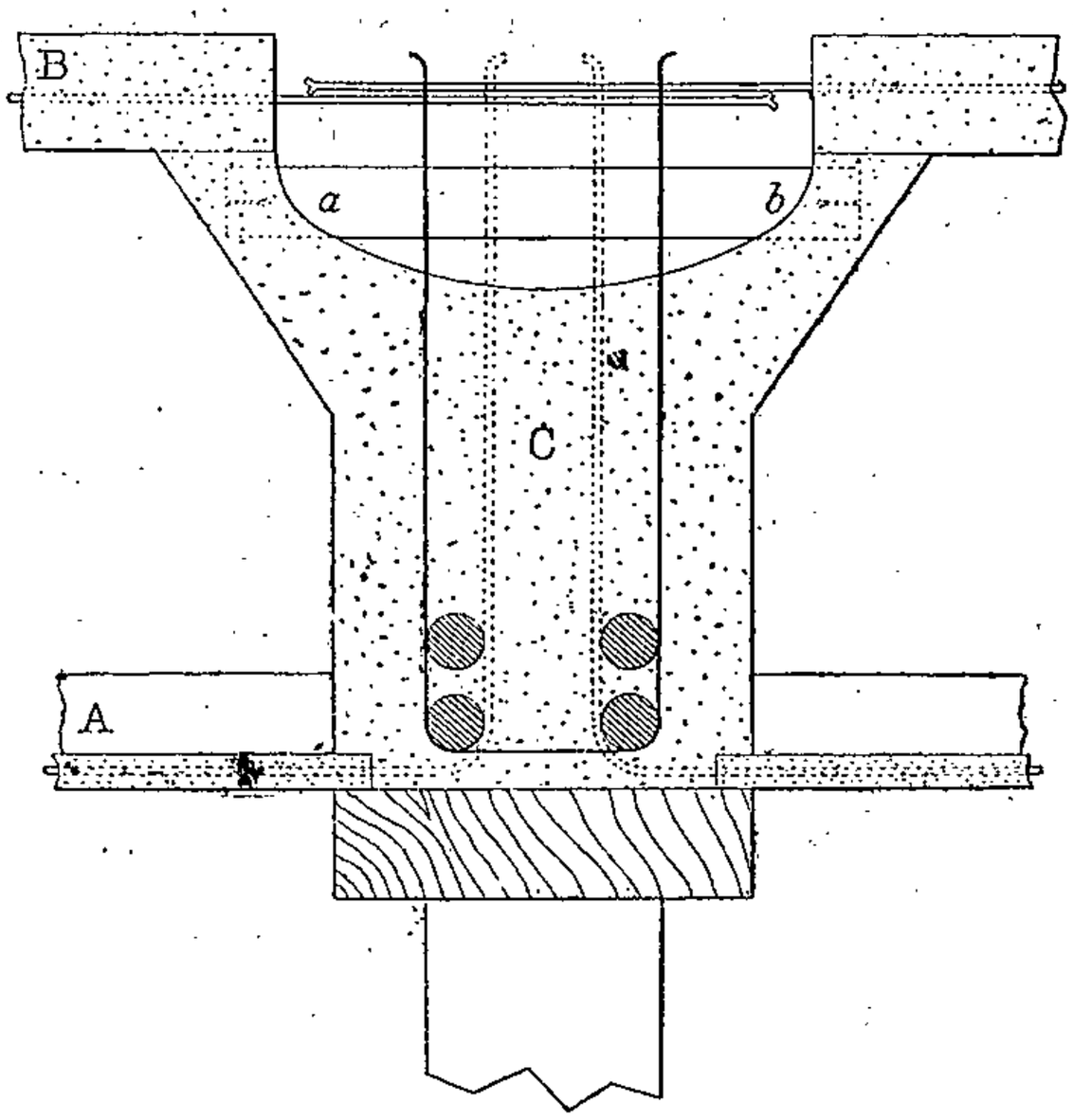


Fig. 23. — Pose du plancher.

ces ouvrages sont en béton armé, quelques précautions sont indispensables pour obtenir de bons résultats. Si le béton a moins de trois mois de date, il faut en laver la surface à l'acide sulfurique étendu d'eau, puis le laisser sécher complètement. On peut encore tourner la difficulté

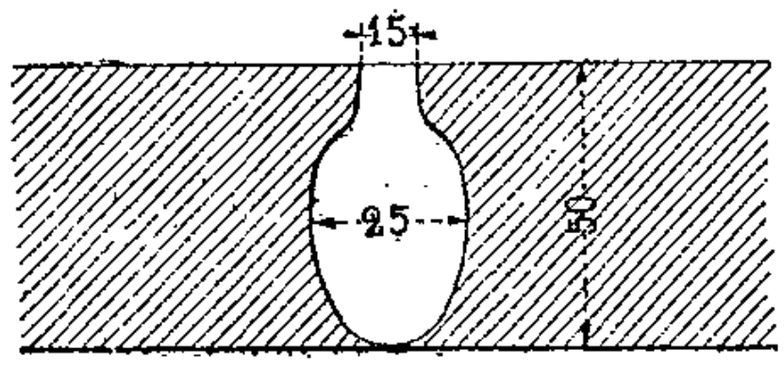


Fig. 24. — Joints des dalles.

en appliquant sur le béton une très légère couche de plâtre qui reçoit la peinture. Le plâtre adhère fortement au béton.

Aperçu des prix des planchers en béton armé. — Il est intéressant pour les ingénieurs militaires d'avoir un aperçu des prix des planchers en béton armé ; en effet, exception faite pour certains établissements du service de l'artillerie, les bâtiments militaires sont peu exposés à l'incendie, en sorte que c'est surtout la question de dépense qui doit guider dans le choix du système de planchers à employer.

Il semble qu'actuellement, pour des planchers d'habitation de portée ordinaire, que l'on peut composer avec des fers I de 0,12 — 0,14 ou 0,16 m de hauteur, sans poutres, l'emploi du béton armé ne permettrait pas de réaliser des économies appréciables. Ainsi, M. Hennebique évalue à 16 ou 17 fr, suivant les régions, les prix de planchers de caserne avec plafonds, d'une portée de 7 m, la charge utile prévue étant de 300 kg par m². Toutefois, ces prix semblent susceptibles de réduction et s'abaisseront sans doute prochainement, par suite de la concurrence entre les inventeurs des nombreux systèmes de construction en béton armé.

Quand les portées et les charges augmentent, la compa-

raison devient dès maintenant plus avantageuse pour le béton armé. C'est ainsi qu'un plancher de 13 m environ de portée, calculé pour supporter une charge utile de 600 kg par m², a été exécuté à l'école d'artillerie de Grenoble pour le prix de 20 fr le m², plafond et supports intermédiaires compris.

Le prix d'un plancher de magasin à blé, sans plafond, d'une largeur de 15 m, susceptible de recevoir une charge utile de 1 100 kg par m², serait, d'après M. Hennebique, de 20 à 22 fr le m², supports intermédiaires compris.

Enfin, M. l'architecte Boileau évalue à 44 p. 100 l'économie qu'il a pu réaliser par l'emploi du béton armé pour la construction du rez-de-chaussée d'un vaste immeuble que les magasins du Bon-Marché ont fait élever récemment à Paris ; la portée était de 10,30 m et la charge utile prévue de 700 kg par m². Cette économie diminue aux étages, mais, en moyenne, elle n'est pas inférieure à 25 p. 100.

II

POUTRES DE GRANDE PORTÉE. — PARABALLES. — POUTRES DE PONT

Les prix qui viennent d'être indiqués montrent que c'est surtout pour les grandes portées et les fortes surcharges que l'emploi du béton armé présente des avantages appréciables. Il était donc logique d'y avoir recours pour l'exécution de certains paraballes des stands et des poutres de pont. Cet essai a déjà été fait plus d'une fois et il a donné d'excellents résultats.

Les croquis suivants (fig. 25 à 29) donnent un exemple des dispositions qui peuvent être adoptées pour l'organisation des paraballes. Ils concernent un ouvrage de cette nature, construit au stand du Grand Camp, à Lyon, par M. Hennebique et comportant 4 travées de 15 m de portée. Aux termes du marché, les poutres ne devaient pas

prendre en leur milieu, sous l'action de leur poids et de celui du matelas de pierrailles, du revêtement en bois et des ferrures qui les protègent, une flèche supérieure à 1/1 500 de la portée, soit 0,01 m. En outre, elles devaient être susceptibles de résister aux efforts de flexion et de renversement dus à leur propre poids et à l'effet d'un vent d'une vitesse de 35 m à la seconde.

Travée du paraballe du stand du Grand Camp, à Lyon (1/200).

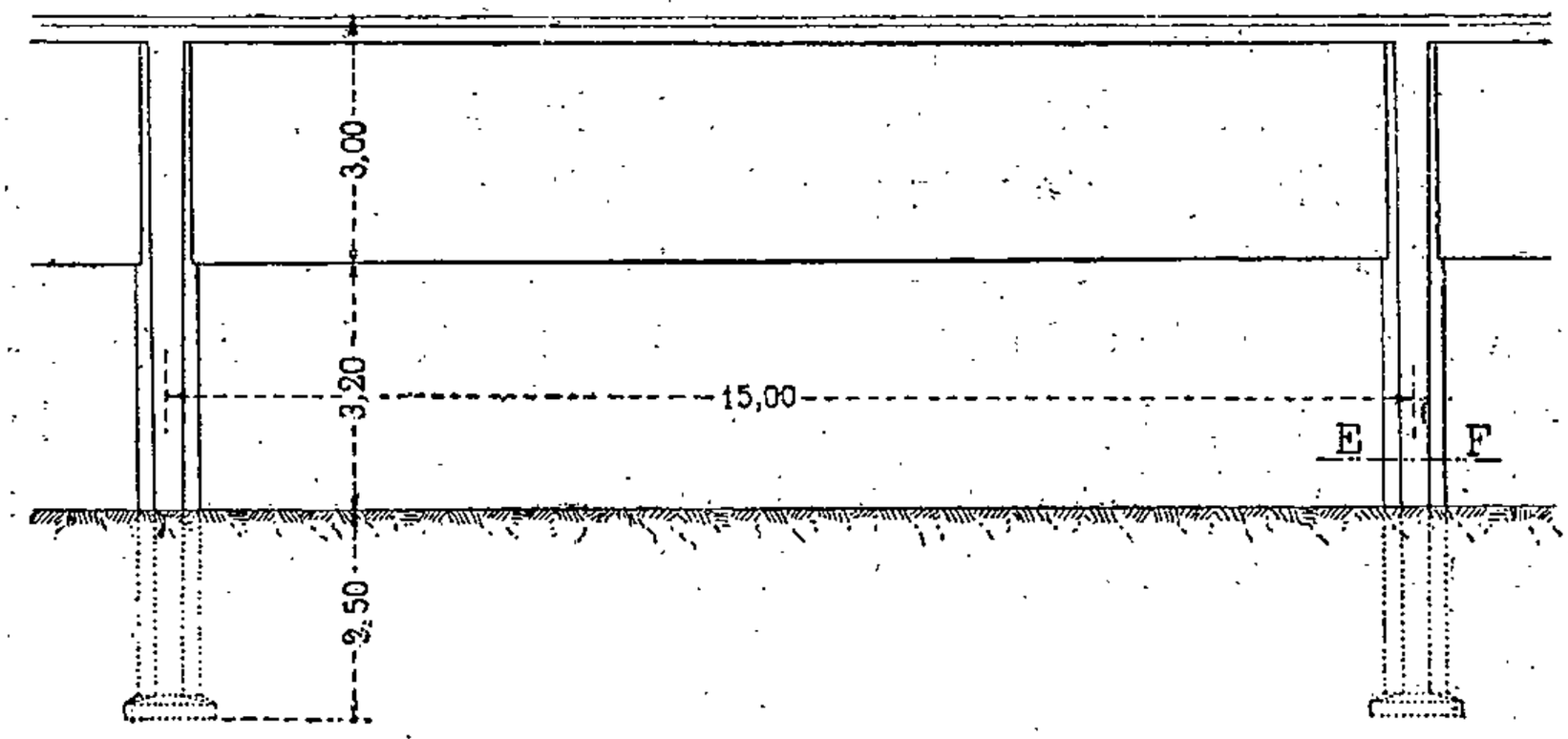


Fig. 25. — Élévation.

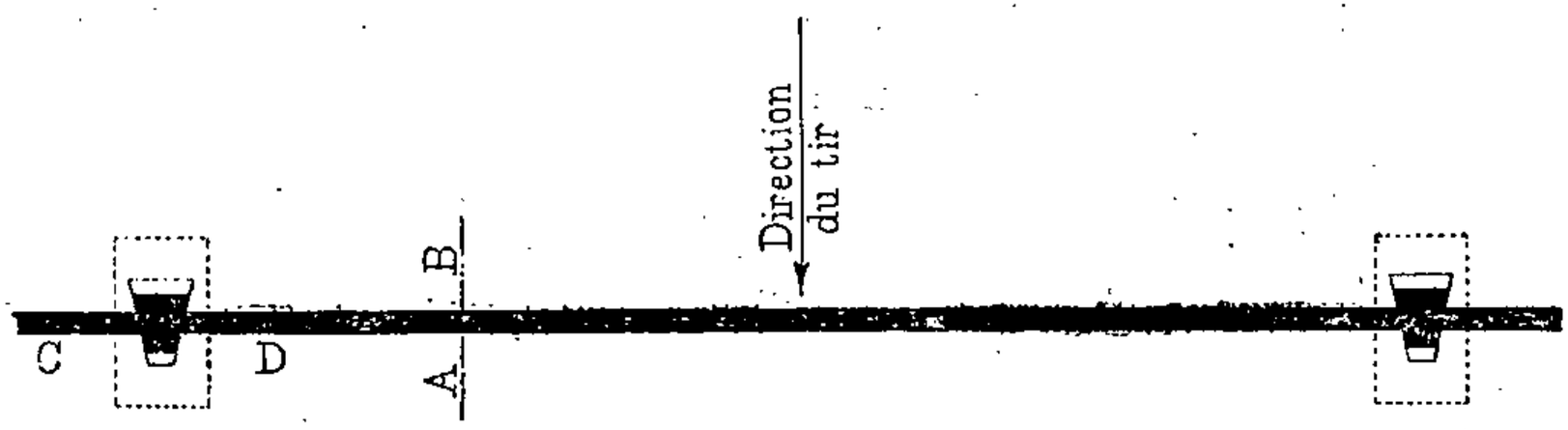


Fig. 26. — Plan.

Ce paraballe, en service depuis plus d'un an, s'est jusqu'à présent fort bien comporté. Il a coûté 18 500 fr en nombre rond, y compris la fourniture et la mise en place des ferrures, revêtement en bois et matelas de pierrailles ; le prix du même ouvrage exécuté en tôle et fers profilés avait été évalué à 26 000 fr.

D'intéressantes applications du béton armé à la construction des ouvrages d'art des voies de communication, no-

tamment des réseaux de tramways, ont été également faites dans ces dernières années : elles ont été la source d'économies considérables. Il semble qu'il y aurait de grands

Paraballe du stand du Grand Camp, à Lyon.

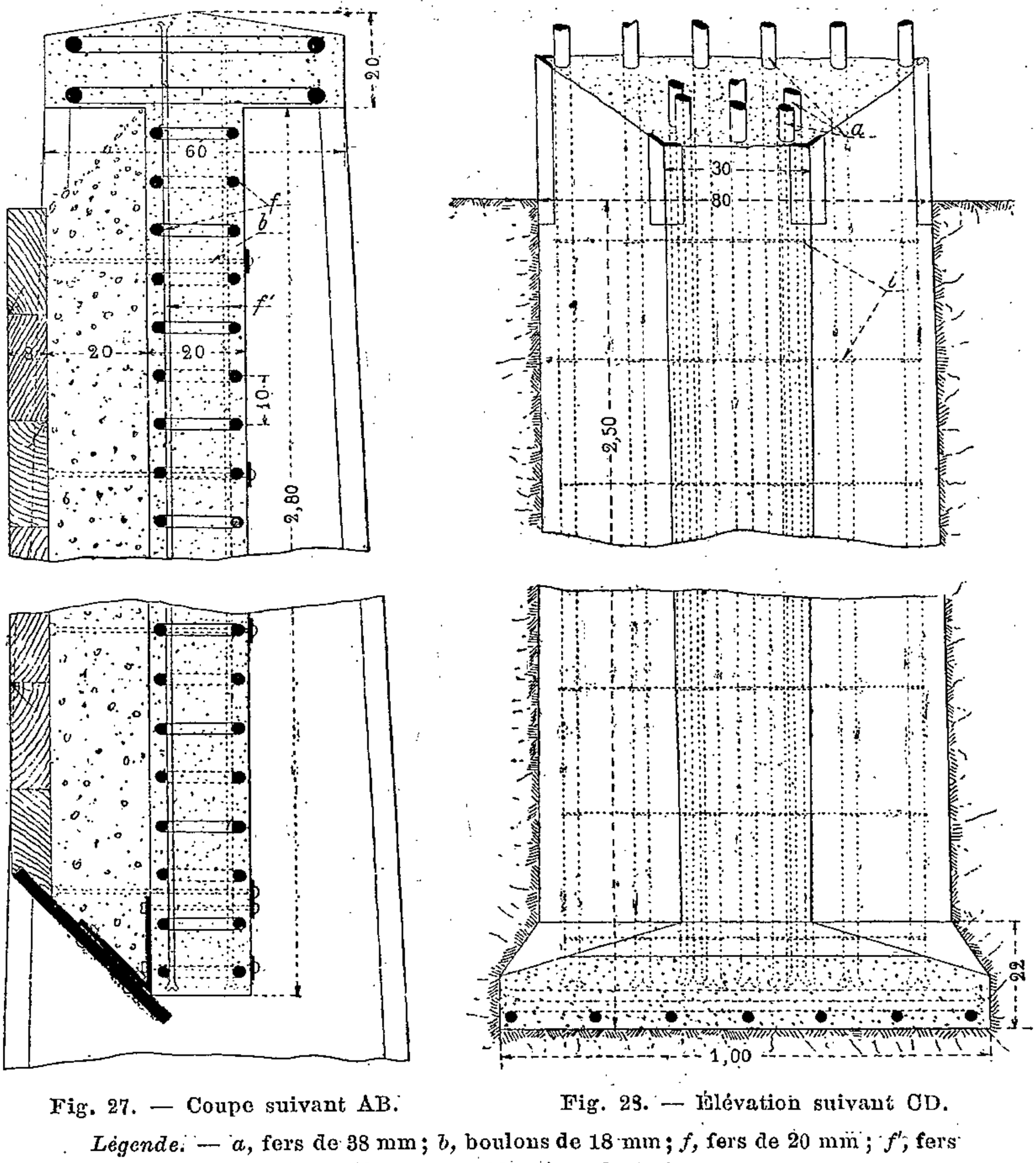


Fig. 27. — Coupe suivant AB.

Fig. 28. — Élévation suivant CD.

Légende. — *a*, fers de 38 mm ; *b*, boulons de 18 mm ; *f*, fers de 20 mm ; *f'*, fers de 5 mm (distants de 20 cm) ; *i*, fil de fer de 4 mm.

avantages à généraliser ces procédés aux colonies, car le transport de grosses pièces métalliques y est fort difficile et l'on n'y dispose généralement pas des matériaux nécessaires pour l'exécution des ouvrages en maçonnerie.

III

MURS. — CLOISONS

Dans une notice publiée dans cette *Revue* même (mai 1898), et à laquelle nous renvoyons le lecteur, M. le colonel Lerosey a fait ressortir tous les avantages que

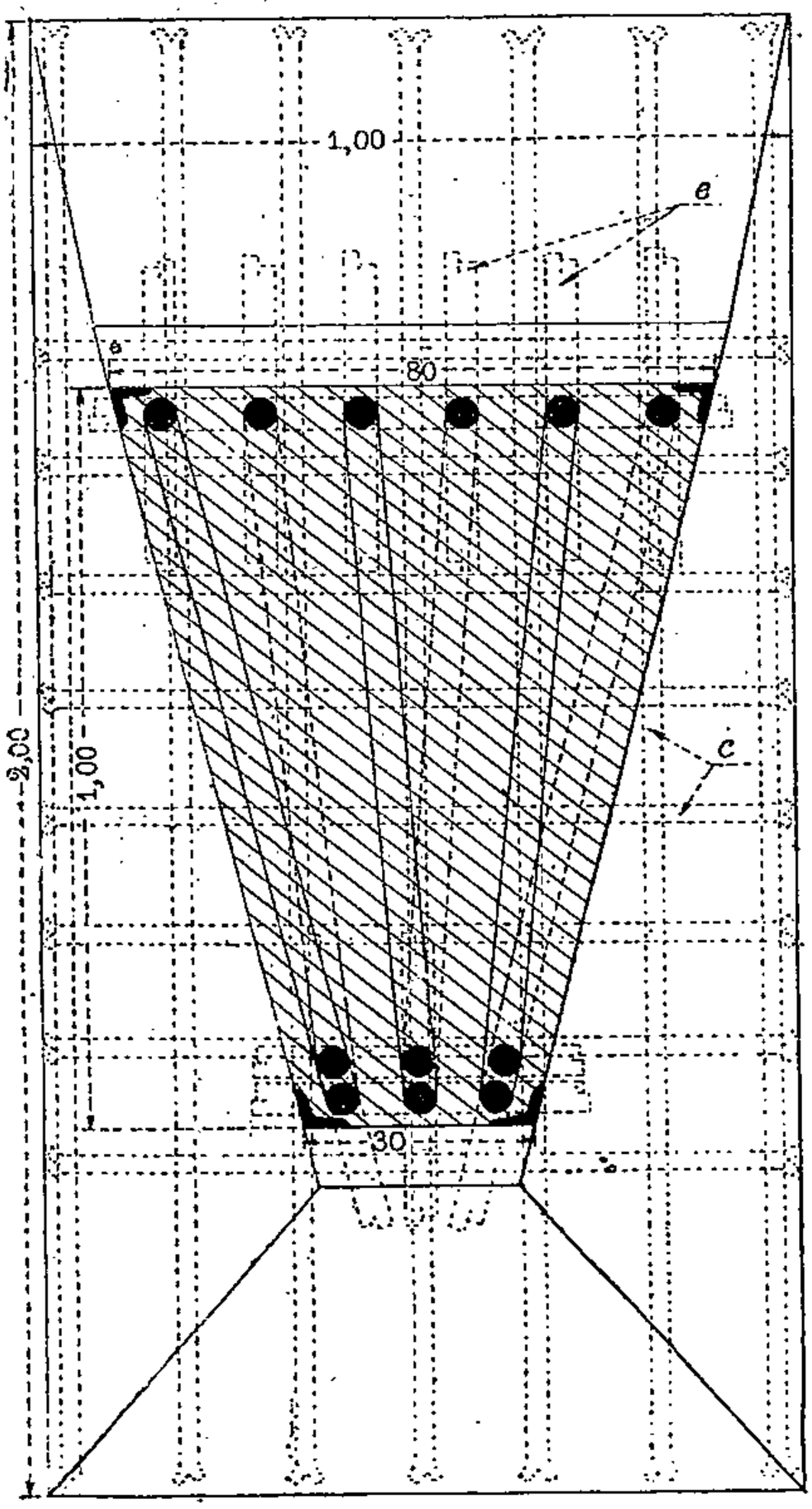


Fig. 29. — Paraballe du stand du Grand Camp, à Lyon. Coupe horizontale suivant EF.

Légende. **— *c*, fer de 20 mm ; *e*, feuillard de 40 × 2 mm.**

présenterait l'emploi du béton armé pour la construction des digues de réservoirs.

La plupart des considérations par lesquelles il motive ses propositions s'appliquent au cas des murs de soutène-

ment des terres. La faculté que possède le béton armé de prendre des déformations assez grandes sans se fissurer, sa résistance relativement considérable à la flexion et au cisaillement, son inaltérabilité sous l'action des intempéries sont de nature à le faire adopter, au lieu et place de la maçonnerie ordinaire, dans les terrains mouvants, dans ceux où l'on a à craindre des infiltrations d'eau et des pressions inégales, etc.

Les murs de soutènement sont d'ailleurs composés, comme le seraient les digues, de contreforts de forte section, convenablement espacés, réunis par de simples revêtements de faible épaisseur. L'armature des contreforts est constituée par des barres verticales ou peu inclinées, entretoisées de distance en distance par des fers ronds ou des lames de tôle placées horizontalement et dans deux directions perpendiculaires. L'armature du revêtement se trouve, quand elle est simple, du côté opposé aux terres : les barres qui la composent sont les unes horizontales, les autres verticales ou dirigées suivant la ligne de plus grande pente.

Pour faciliter la coulée et le damage, de la bonne exécution duquel dépend, en grande partie, la résistance de l'ouvrage, on procède de la façon suivante :

Un premier coffrage est établi à demeure du côté des terres ; les barres verticales sont mises en place et fixées, à leur partie inférieure à une barre horizontale, à leur partie supérieure et en divers points, si leur hauteur est très grande, à des traverses provisoires reliées aux montants du coffrage. Du côté opposé aux terres, des montants sont installés pour soutenir le deuxième coffrage. On procède à la coulée en mettant ce coffrage en place au fur et à mesure de l'avancement et en interposant les barres horizontales entre les couches successives de béton. Des étriers peuvent être noyés dans le revêtement pour assurer la liaison des deux parements.

Les figures 30 et 31 donnent un exemple d'ouvrage

construit de cette façon. Elles représentent les murs du sous-sol de l'immeuble construit, rue Éblé, à Paris, pour les magasins du Bon-Marché sur les plans de M. l'architecte Boileau et de M. Hennebique. Ce sous-sol a été mé-

Mur de soutènement du sous-sol de l'immeuble des magasins du Bon-Marché.

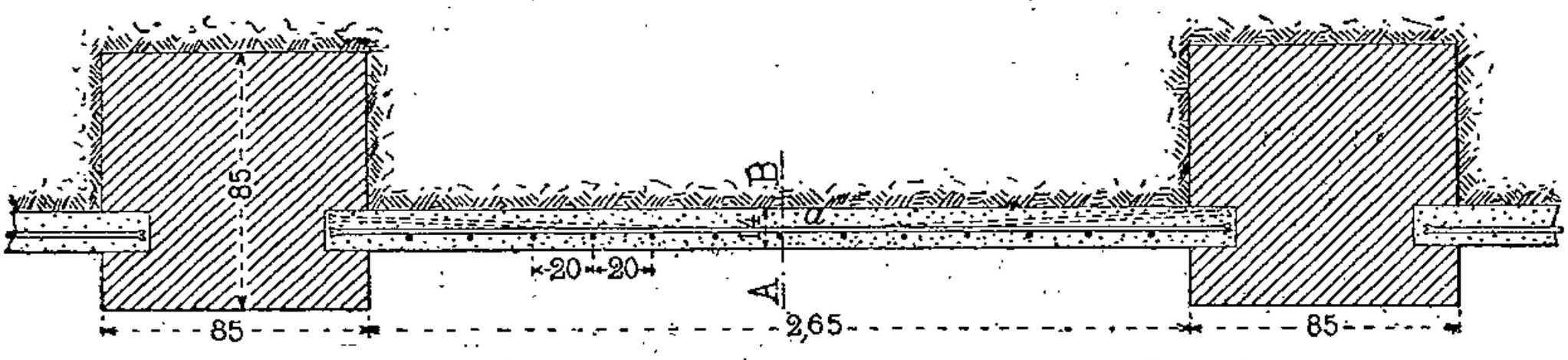


Fig. 30. — Plan (1/50). — *a*, fers ronds de 10 mm.

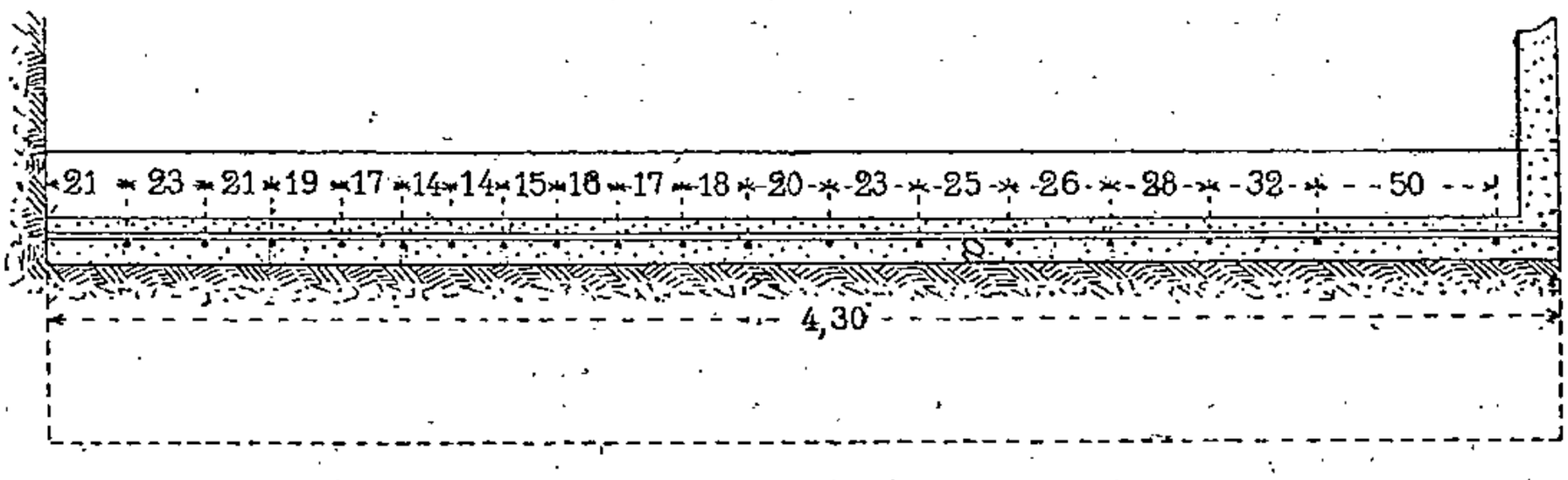


Fig. 31. — Coupe AB (1/50).

nagé dans des terres rapportées très peu consistantes : aucune lézarde, aucun mouvement dangereux ne s'y sont manifestés depuis deux ans qu'il est en service. Les contreforts n'étaient pas seulement destinés à résister à la poussée des terres ; ils devaient encore supporter une partie du poids des étages supérieurs de l'édifice : c'est ce qui explique leurs dimensions relativement fortes.

Les murs de bâtiments sont constitués de la même façon que les précédents au moyen de piliers, sur lesquels reposent les poutres principales, et dont on remplit les intervalles avec une maçonnerie légère armée ou non. C'est ainsi qu'ont été construites un assez grand nombre d'usines.

La disposition et le mode d'exécution des cloisons ne diffèrent pas de ceux des revêtements, mais leur armature est plus légère et peut se composer de métal déployé ou même de grillage en fil de fer.

IV

COMBLES. — COUVERTURES

Dans notre précédente notice figuraient déjà quelques exemples de combles exécutés en béton armé. Les dispositions adoptées dans les cas considérés différaient notablement de celles qu'on emploie d'ordinaire avec le fer ou le bois et pouvaient paraître peu économiques. En effet, chaque panne était soutenue par une sorte de poutre à mailles et non par des fermes proprement dites.

Ce système ne semble pas s'être généralisé et l'on paraît revenir aujourd'hui aux formes habituelles, quand toutefois on ne renonce pas systématiquement au comble et qu'on ne termine pas l'édifice par une terrasse, ce qui arrive assez fréquemment.

Combles inclinés. — Il existe à Saint-Ouen, dans les établissements de la Raffinerie parisienne, un spécimen de la première disposition très intéressant tant par sa hardiesse que par la façon dont il a résisté à d'incessantes

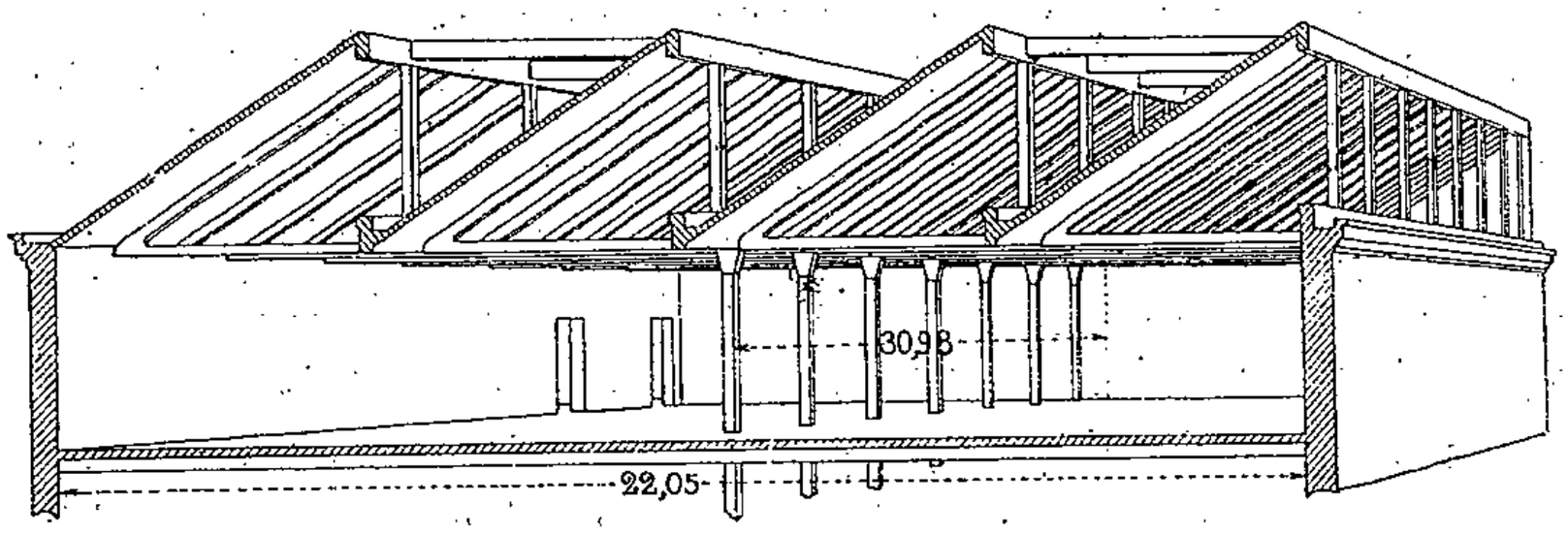


Fig. 32. — Perspective d'un atelier de la Raffinerie parisienne, à Saint-Ouen.

trépidations. Il consiste dans une série de combles en dents de scie ou *sheds* juxtaposés. Cet ouvrage a été exécuté en 1894, sur les plans de M. Hennebique, pour remplacer une charpente en bois et fer détruite par un incendie : il est représenté par la figure 32.

La largeur de l'atelier qu'il s'agissait de couvrir s'élève à 22 m environ : on l'a divisée en deux parties par une

rangée de piliers, qui réduit à 11 m la portée des fermes ; leur espacement est de 4,45 m. Chacune d'elles se compose de deux dents dont l'un des côtés est vertical et l'autre incliné à 30° environ : un tirant est placé à la base de ces dents et leurs sommets sont réunis par une pièce horizontale.

Une poutre repose sur les extrémités des piliers et supporte le chéneau central, mais les chéneaux intermédiaires sont en porte-à-faux. Les parties inclinées du comble sont constituées par une dalle en ciment armé qu'on a recouverte de tuiles, bien que le constructeur eût garanti son étanchéité ; cette précaution était bien motivée dans un bâtiment où l'on ne manipule que du sucre. Les parties verticales sont vitrées.

Dans l'atelier dont il s'agit sont installées sur un plancher en béton armé les machines au moyen desquelles s'effectue le sciage du sucre : des chariots lourdement chargés y circulent continuellement et viennent souvent heurter les piliers, comme en témoignent les sillons superficiels qui y ont été tracés. Dans les bâtiments contigus se trouvent les machines servant au broyage et au blutage du sucre, ainsi qu'un moteur à vapeur et de nombreuses transmissions, dont les chaises sont fixées au plancher en béton armé par de simples boulons de scellement. Toute cette partie de l'usine est donc soumise à des vibrations continuelles ; néanmoins, les ouvrages que nous venons de décrire ne manifestent aucune trace de fatigue. Deux fermes seulement sur 14 se sont fissurées dès le début près du mur d'appui ; mais les fissures ne se sont pas étendues, elles se ferment ou s'ouvrent suivant que la température est plus ou moins élevée et elles ne semblent nullement compromettre la stabilité de l'ensemble.

On trouve un autre exemple de comble en béton armé, conçu de la même façon que les combles métalliques, dans l'immeuble que les magasins du Bon-Marché ont fait tout

récemment reconstruire à Paris, rue du Bac, à l'emplacement occupé précédemment par leurs écuries. Les figures 33 et 34 en montrent la disposition.

Ils sont constitués par des sortes de fermes en arc avec

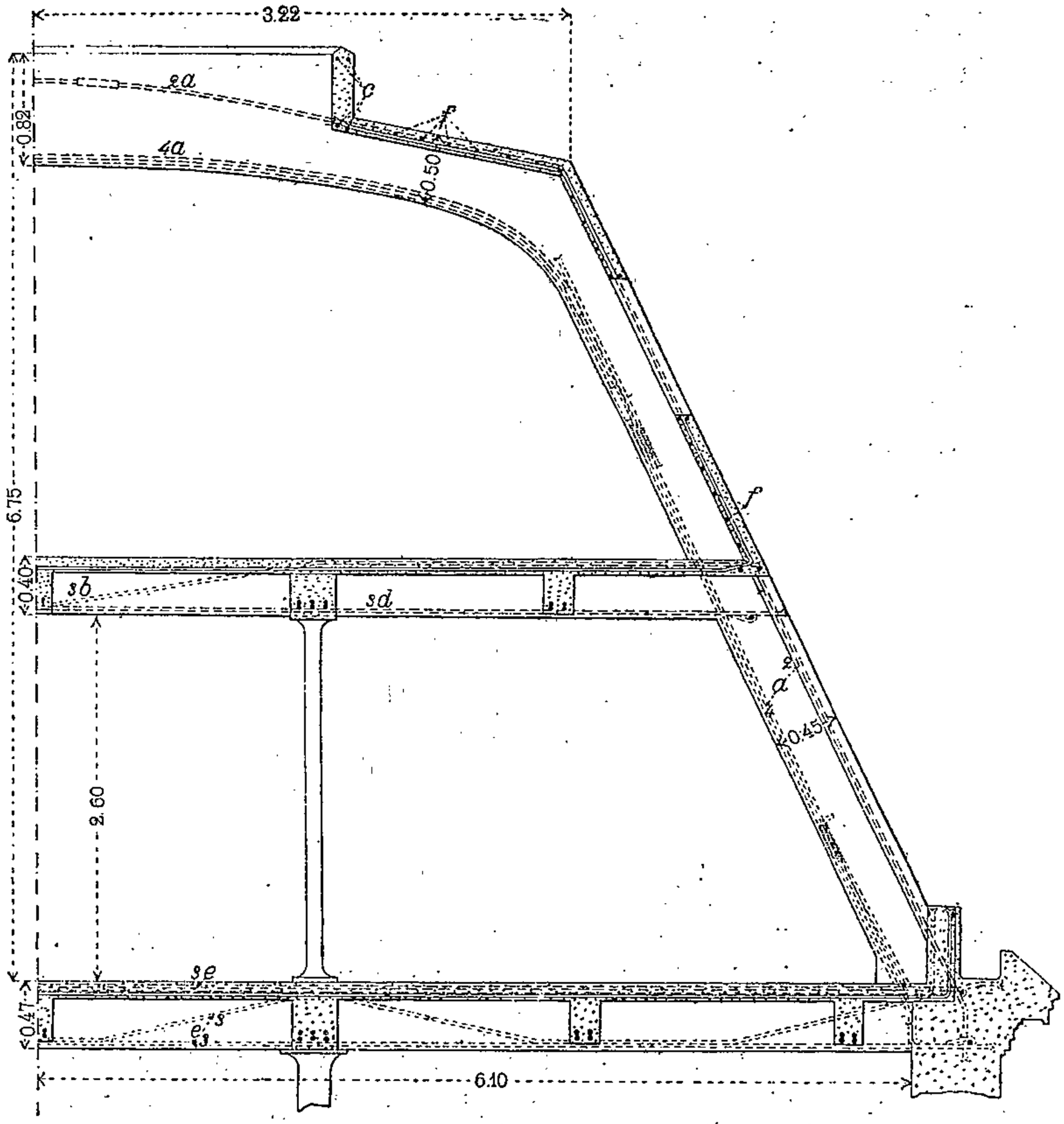


Fig. 33. — Élévation d'une ferme des combles de l'annexe des magasins du Bon-Marché.

Légende. — *a*, fers ronds de 31 mm : *b*, fers ronds de 28 mm ; *c*, fers ronds de 25 mm ; *d*, fers ronds de 24 mm ; *e*, fers ronds de 21 mm ; *f*, fers ronds de 10 mm, à raison de 5 par mètre.

tirants et entraits portant planchers. La dalle en ciment armé reliant les fermes et formant couverture n'a pas été là non plus laissée apparente ; elle est doublée par une couverture en ardoises posée sur chevrons et voliges.

Terrasses. — Les combles inclinés sont employés de préférence dans les climats où les pluies sont fréquentes et où des chutes de neige sont à craindre, parce qu'ils semblent se prêter mieux que les autres au rapide écoulement des eaux et par suite mieux garantir de l'humidité l'intérieur des édifices. Dans les climats secs, cette forme n'a plus de raison d'être et l'on couvre les bâtiments par des terrasses.

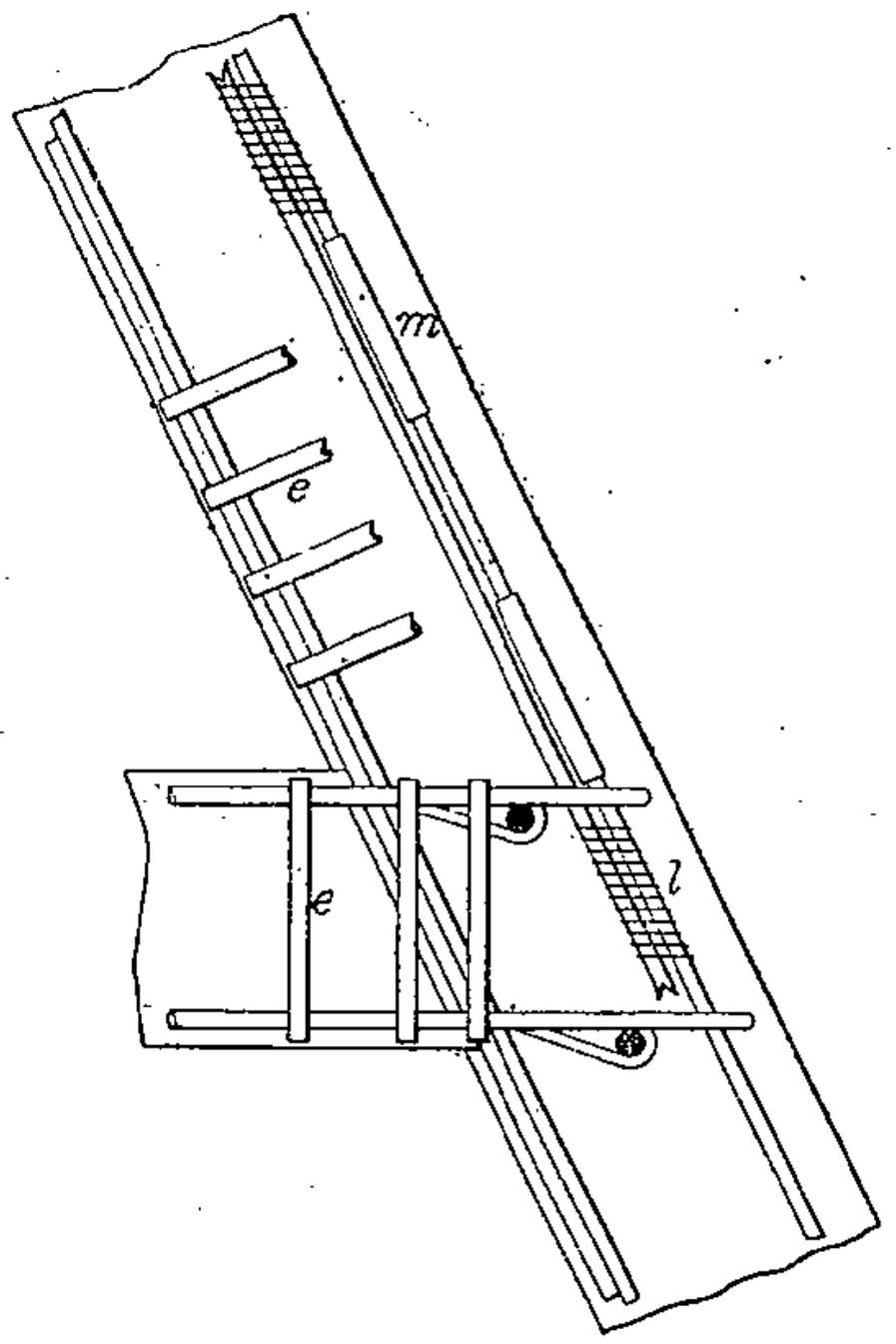


Fig. 34.— Détail de l'assemblage de l'entrait de la ferme des combles du Bon-Marché.
Légende. — *m,* manchon ; *e,* étrier ; *l,* ligature.

Cette dernière disposition a l'avantage d'être très économique. La charpente est supprimée et la travure du dernier étage, au besoin légèrement renforcée, suffit pour porter la couverture ; aucune partie de la capacité bâtie n'est perdue et tous les étages sont utilisables à peu près dans les mêmes conditions.

Aussi, s'est-on toujours préoccupé dans nos climats, tout ou moins quand on visait surtout à l'économie, de se rapprocher de cette forme. Le comble à la Mansard, tel sur-

tout qu'on le conçoit aujourd'hui dans les maisons de rapport, est né de cette préoccupation.

La difficulté consistait à trouver une couverture dont l'étanchéité ne fût pas compromise par la réduction de la pente à une très faible valeur. L'asphalte, le zinc, le ciment remplissent assez bien cette condition ; néanmoins leur emploi pour couvrir les terrasses n'est pas exempt de quelques inconvénients. Depuis quelques années, on les remplace par des couches alternatives de fort papier et d'un goudron spécial, dit *ciment de bois*, recouvertes de sable et de gravier.

L'usage de ce nouveau système de couverture dont il a été déjà plus d'une fois question dans cette *Revue* [1], est presque toujours combiné avec celui du béton armé. Son emploi, pour constituer la travure, est alors en effet avantageux en raison de la forte surcharge que lui impose la couche de sable placée sur la terrasse ; d'autre part, les garanties d'étanchéité sont ainsi augmentées, le béton offrant par lui-même une assez grande résistance au passage de l'eau.

Les magasins construits pour la maison du Bon-Marché, rue Éblé à Paris, dont il a été déjà question plus haut, sont couverts de cette façon.

Sur l'aire en béton armé on a disposé une forme en terre recouverte d'un revêtement en plâtre de 0,02 m à 0,03 m d'épaisseur de façon à obtenir des pentes bien réglées : ces pentes ne doivent pas d'ailleurs être inférieures à 0,02 m, par mètre. Une couche de sable sec de quelques millimètres, puis trois couches alternatives de carton bitumé et de goudron, dit ciment végétal, ont été placées sur cette aire. Le tout est protégé par une épaisseur de 0,03 de sable et de 0,05 de gravier encoffrée par une bande de zinc coudée à angle droit : celle-ci a été clouée sur la couverture au moyen de pointes à tête plate.

---

1. 1890, tome IV, page 527 ; 1895, tome X, page 418, et 1897, tome XIV, page 361.

Le même système a été appliqué pour la couverture d'une partie de l'annexe militaire de l'hôpital de Reims.

Il a généralement donné de bons résultats : indépendamment des avantages déjà signalés, il a celui de diminuer notablement l'amplitude des variations de température à l'intérieur des bâtiments. Aussi, en a-t-il été fait un très fréquent usage pour la couverture des magasins renfermant des matières qui craignent la chaleur, telles que les chais.

V

RÉSERVOIRS

C'est en 1872 et 1873 que Monier construisit en France les premiers réservoirs à eau en béton armé, l'un à Bougival pour le compte de la Compagnie générale des eaux, l'autre à Alençon pour la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. Ce dernier existe encore ; en ce qui concerne ces ouvrages, on ne saurait donc invoquer, pour repousser l'emploi du nouveau système, le défaut d'une expérience d'assez longue durée.

Aperçu des prix. — Le principal avantage de ces réservoirs est leur prix peu élevé : pour en donner une idée précise, nous reproduisons ci-après une partie du tarif de M. Chassin, entrepreneur de la Compagnie générale des eaux, à Paris[1].

Contenance en m³.	Prix par m³.
10	40,50 fr
25	32,60
50	27,60
75	24,70
100	23,00
200	20,00
300	18,00
500	16,00
1 000	15,00

1. 151, rue de Bagnolet.

Ces prix, susceptibles de rabais suivant l'importance des commandes et les facilités d'approvisionnement et d'exécution, ne sont applicables qu'à des réservoirs de forme cylindrique reposant directement sur le sol et non couverts.

On s'explique que les réservoirs en tôle soient plus coûteux par les motifs suivants :

A l'épaisseur théorique de la tôle il faut ajouter une constante d'environ 2 mm pour tenir compte de l'oxydation, de l'affaiblissement dû à la rivure, etc. Les épaisseurs ainsi calculées doivent souvent être majorées encore pour éviter les déformations pendant le transport et le montage.

La détermination des dimensions de l'ossature des réservoirs en béton armé ne comporte aucune majoration semblable, car l'oxydation du fer n'est pas à craindre dans le ciment, la jonction des barres s'effectue par des procédés qui n'en diminuent pas la résistance et les ouvrages se construisant sur place ne peuvent se déformer avant leur mise en service.

Il est de règle de ne faire travailler la tôle qu'à un taux moins élevé que le fer rond ou méplat.

En outre, on est souvent obligé de préserver les réservoirs en tôle contre les variations de température au moyen d'une enveloppe isolante. Cette précaution n'est généralement pas nécessaire avec le béton armé, en raison de l'épaisseur relativement forte des parois et de leur mauvaise conductibilité.

Disposition de l'armature. — L'armature des réservoirs se compose essentiellement d'anneaux ou de spires placés vers l'extérieur de la paroi ; on les forme de barres de fer rond ou méplat dont les extrémités sont réunies soit par des boulons, soit par des manchons serrés au moyen de cales ou, mieux, filetés. Pour maintenir ces *directrices* en place, Monier les reliait les unes aux autres par des barres verticales de plus petit diamètre : beaucoup de constructeurs procèdent encore ainsi ; d'autres se conten-

tent de les fixer à un petit nombre de montants en fer profilés. Cette dernière disposition est assurément d'une exécution plus rapide et plus commode, mais elle exige des soins particuliers dans la confection du béton, qui entre deux spires consécutives doit résister à la pression du liquide sans le secours d'aucune armature.

Réservoir de la ville de Triel.

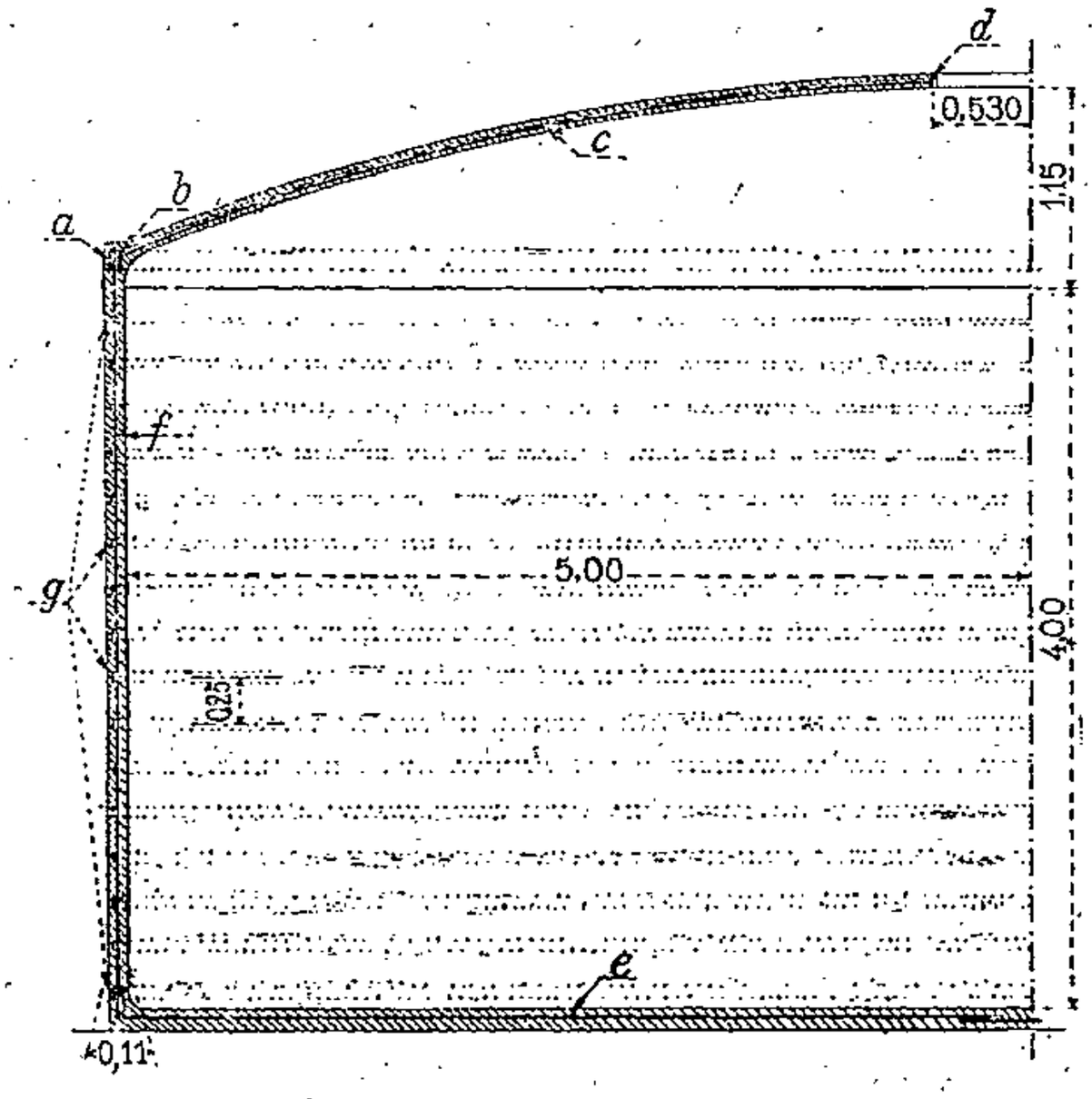


Fig. 35. — Demi-coupe (1/100).

Légende. — *a*, méplat de 160 × 11 mm ; *b*, T de 0,16 m ; *c*, ⊔ de 35 × 40 mm ; *d*, méplat de 60 × 11 mm ; *e*, méplat de 36 × 6 mm ; *f*, ⊔ de 50 × 25 mm ; *g*, méplat de 55 × 8 mm à 20 × 4 mm.

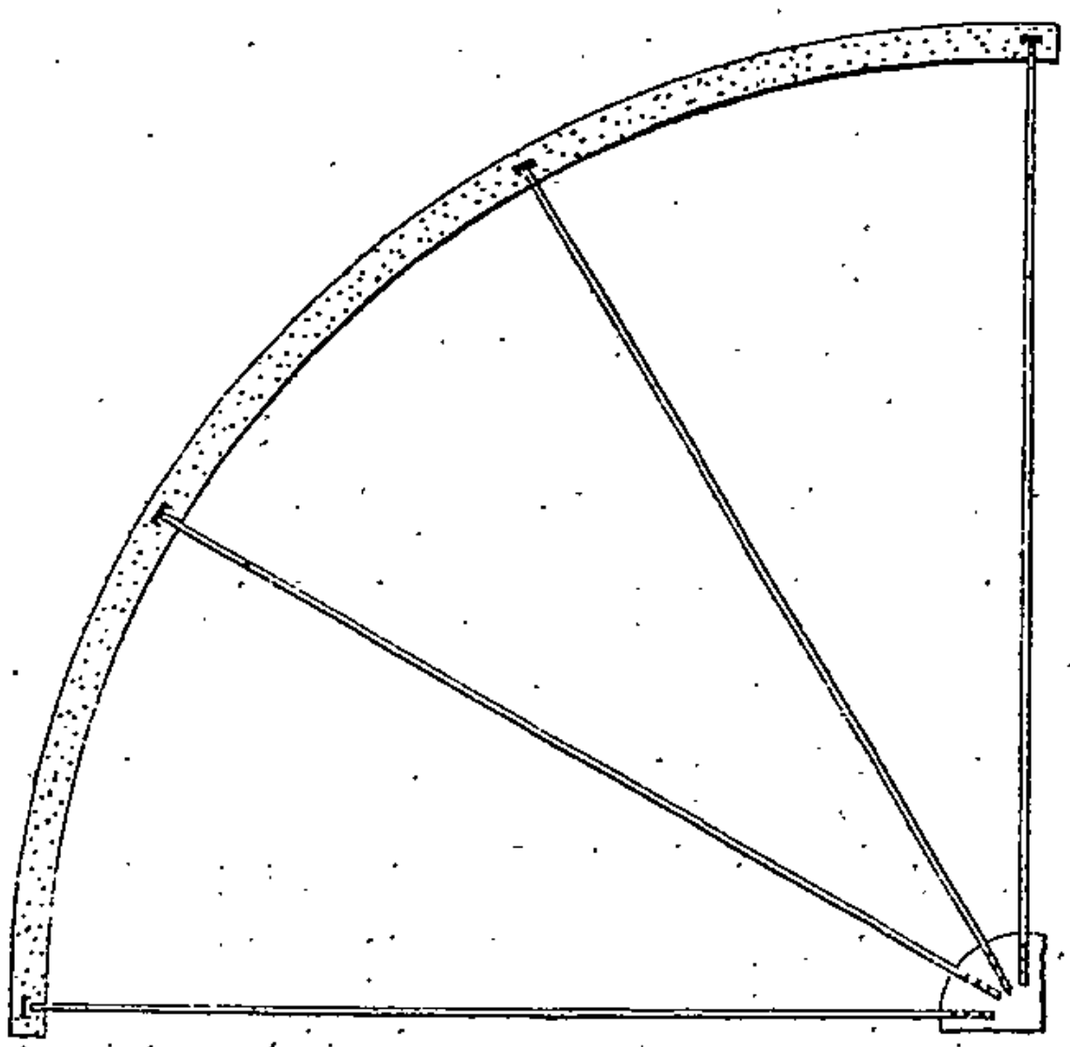


Fig. 36. — Quart du plan (1/100).

Les figures 35 et 36 représentent un réservoir de 300 m³ construit de cette façon par M. Chassin pour la ville de Triel.

Quand le réservoir repose sur une tour en maçonnerie ou sur des piliers en béton armé, le fond est disposé comme un plancher. Quand il repose sur le sol et que la résistance de celui-ci dispense de prendre des précautions spéciales pour éviter des mouvements, le fond n'est pas armé et s'exécute comme un radier ordinaire. Toutefois, il est toujours utile de prolonger dans ce radier quelques-unes des barres verticales des parois ou de relier les montants entre eux par des tirants en vue de s'opposer à la production de fissures à la base. Ce danger menace toujours les ouvrages de cette nature : aussi le raccordement du radier avec la paroi verticale doit-il être l'objet de soins spéciaux.

Calcul des dimensions du réservoir et de son armature. — Quand il n'est pas imposé par des convenances locales, le choix des dimensions des réservoirs est basé sur des considérations d'économie.

Pour les faibles capacités, il y a généralement intérêt à adopter les dimensions correspondant à la surface totale minima, radier et, s'il y a lieu, couverture compris. Il est facile de voir qu'on est ainsi conduit à donner au diamètre de la base et à la hauteur des valeurs égales entre elles et voisines de $\sqrt{\frac{4\,V}{\pi}}$, V étant la capacité.

Dès que cette capacité dépasse 100 m³, la règle n'est plus applicable, l'économie résultant de la diminution de surface étant compensée et au delà par l'augmentation du diamètre ou du nombre des directrices. Aussi, dans la pratique, la hauteur mouillée est-elle généralement limitée à 5 m environ.

Les dimensions des directrices peuvent être déterminées par la condition que dans une tranche de hauteur et de position quelconques, leur section totale et celle de la tôle qu'il faudrait théoriquement employer soient

dans le rapport inverse des taux de travail admis dans chaque cas.

Soient, en mètres, D le diamètre du réservoir, x la distance au niveau de l'eau de la partie supérieure de la tranche considérée, y la hauteur de cette tranche, et 6 kg par mm² le taux de travail admis pour la tôle. Les épaisseurs e et e' en mm de celle-ci, pour les hauteurs d'eau x et $x+y$ seront, comme l'on sait,

$$e = \frac{D\,x}{2 \times 6}, \quad e' = \frac{D\,(x+y)}{2 \times 6},$$

et sa section aura pour valeur en mm²

$$1000.\ \frac{e+e'}{2}\,y.$$

Si S est la section totale des barres de l'armature dans la tranche considérée et 8 kg par mm² le taux de travail qu'on peut leur imposer, on devra avoir

$$S \times 8 = 6 \times \frac{e+e'}{2}.\ 1000\,y.$$

On peut faire varier soit la section, soit l'écartement des barres en passant d'une tranche à la suivante, soit ces deux quantités à la fois ; mais il semble plus commode de ne faire varier que leur section en laissant leur écartement constant.

Nature du béton. — Pour être étanches, les réservoirs à eau doivent être construits avec du béton renfermant une forte proportion de ciment. Un dosage de 1 partie de ciment pour 2 parties de sable et gravier, c'est-à-dire de 700 à 800 kg de ciment par m³ de sable et gravier, donne de bons résultats.

VI

CANALISATIONS

Les importants travaux entrepris dans ces dernières années par la ville de Paris, en vue de l'assainissement de la Seine et de l'évacuation des eaux d'égout sur des terrains

propres à leur épandage, ont mis en pleine lumière les avantages de l'emploi du béton armé pour les canalisations d'eau. Les ingénieurs chargés de ces travaux n'ont pas hésité à admettre ce système tant pour les aqueducs libres que pour les conduites forcées et, à aucun point de vue, ils n'ont eu à le regretter.

Les observations recueillies au cours de ces travaux présentent le plus haut intérêt et nous en emprunterons le résumé, ainsi que la description des principaux ouvrages exécutés, à la Notice publiée dans les *Annales des ponts et chaussées* (1897, tome XIII) par MM. les ingénieurs en chef Bechmann et Launay.

Aqueducs libres. — Un aqueduc libre de 560 m environ de longueur et de 3 m de diamètre en béton armé a été construit à Argenteuil par M. Coignet.

La section de cet aqueduc est circulaire (fig. 37 à 39).

Aqueduc libre d'Argenteuil.

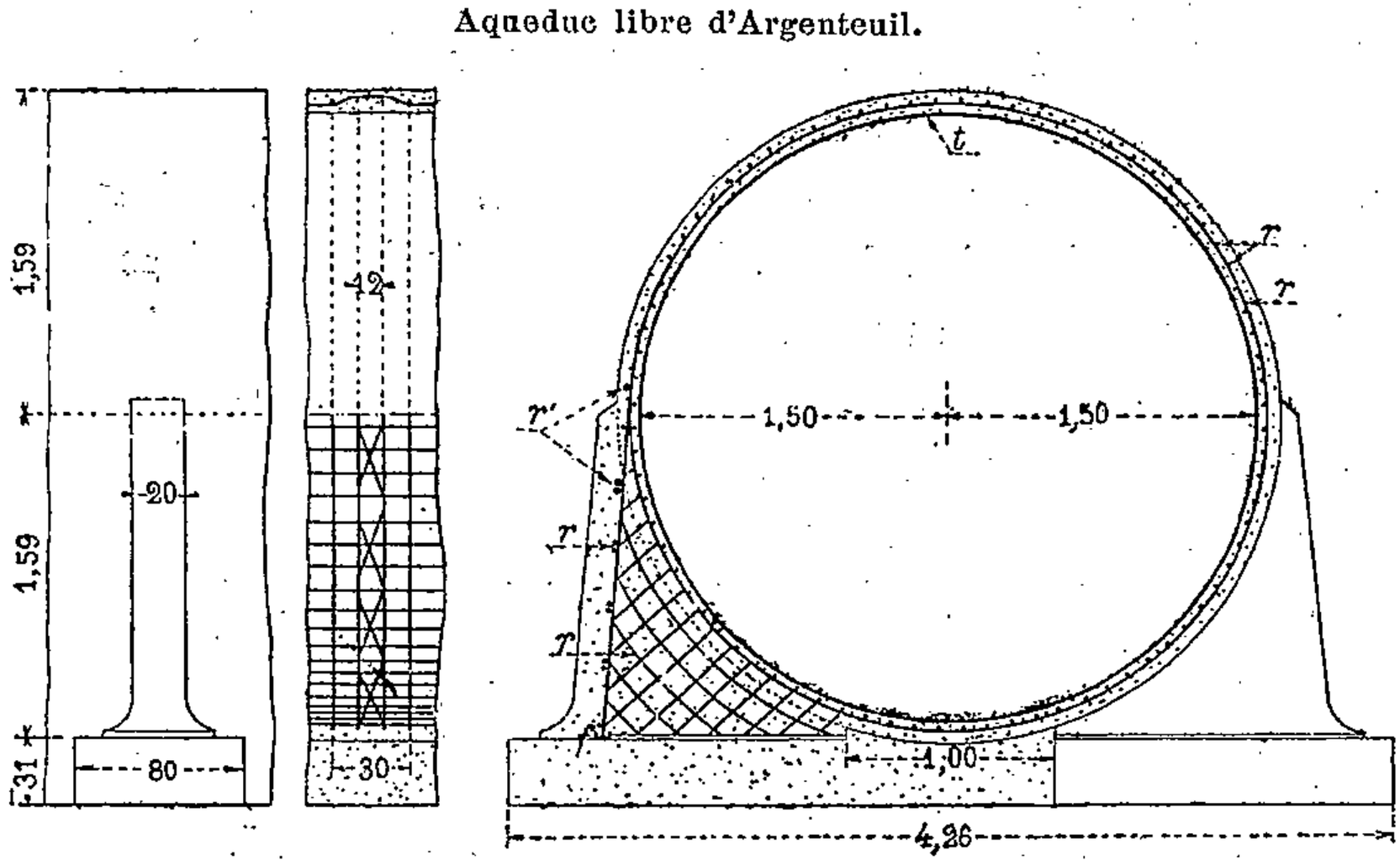


Fig. 37. — Élévation. Fig. 38. — Coupe longitudinale. Fig. 39. — Coupe transversale suivant l'axe d'un contrefort entre deux contreforts.

Légende. — *r*, ronds de 8 mm ; *r'*, ronds de 16 mm ; *t*, tôle de 3,5 à 4,5 mm ; *f*, ⊔ de 50 × 26 × 5 mm.

Son armature se compose de directrices et de génératrices en barres d'acier rondes de 8 mm de diamètre formant un treillis à mailles de 0,11 m de côté. La section totale des

directrices, calculée comme nous l'avons indiqué plus haut pour les réservoirs, équivaut à celle d'une tôle continue dont l'épaisseur eût été théoriquement suffisante.

Dans la moitié inférieure de l'aqueduc, généralement remplie d'eau, et jusqu'à 0,66 m au-dessus du plan diamétral horizontal, les génératrices se trouvent à l'intérieur des directrices : dans la partie supérieure, qui ne supporte que le poids des remblais, elles sont placées à l'extérieur. Il n'existe de ligature qu'en un point de croisement sur deux.

Cette armature, exécutée sur place, a été enrobée dans une couche de 0,08 m d'épaisseur de mortier de ciment de Portland au dosage de 450 kg de ciment par m^3 de sable, recouverte à l'intérieur d'un enduit de 0,01 m.

En vue d'éviter les déformations qui auraient pu se produire sous l'action de pressions inégales, on a consolidé l'aqueduc par des contreforts espacés de 4,20 m ; en outre, l'ensemble de l'ouvrage repose sur un radier en béton dont l'épaisseur, variable avec la nature des terrains traversés, ne descend pas au-dessous de 0,30 m. Une partie des contreforts a été exécutée en béton armé ; leur épaisseur ne dépasse pas 0,20 m et leur armature se compose de deux barres d'acier de 16 mm de diamètre entourant complètement l'aqueduc et entretoisées par des croisillons de 8 mm. Ces deux barres reposent sur des fers en ⊔ et elles sont rattachées aux directrices voisines, dans le bas par un quadrillage en acier rond de 4 mm, dans le haut par de simples ligatures.

L'ouvrage avait été prévu tout d'abord en maçonnerie de meulière d'une épaisseur de 0,30 m à la clef, de 0,60 m aux extrémités du diamètre horizontal et d'une largeur de 4,50 à la base. Dans ces conditions, son poids eût atteint 18 tonnes par mètre courant : tel qu'il a été exécuté il ne pèse plus que 1 tonne.

Son prix ne s'est élevé qu'à 214 fr par mètre courant, terrassements compris. Il a donné les meilleurs résultats.

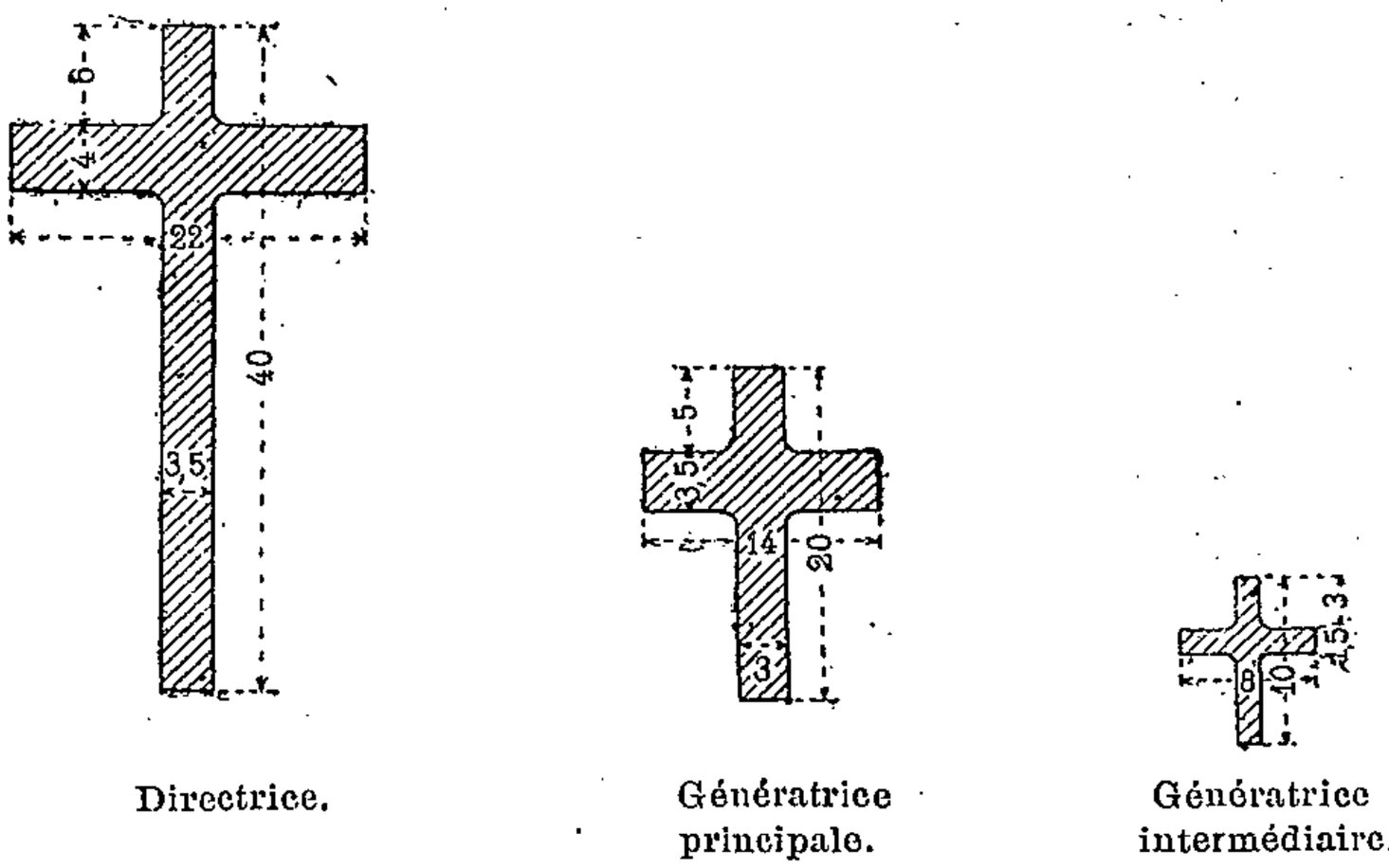
Conduites forcées. — Dans la section du réseau de distribution comprise entre Argenteuil et Achères ont été installés plus de 22 km de conduites forcées de diamètre variant depuis 0,30 m jusqu'à 1,80 m.

Ces conduites sont du système breveté A. Bonna avec armature en acier profilé en forme de croix. Les unes sont disposées d'une façon analogue à celle que nous venons de décrire : les autres, qui devaient supporter une pression considérable, s'élevant jusqu'à 35 et 40 m, ont été munies d'un tube intérieur en tôle. On sait, en effet, que la pression maxima que peuvent supporter sans suintements les tuyaux en béton armé ordinaire n'a pas dépassé jusqu'à présent 20 à 22 m. Encore ce maximum n'est-il atteint qu'après une durée de service assez longue et à la condition de soumettre les conduites par intermittence à des pressions progressives.

Tuyaux sans tube intérieur. — Pour les conduites de 1,80 m de diamètre, les directrices circulaires sont formées de barres d'une section de $40 \times 22 \times 3{,}5$ mm rivées

Fig. 40. — Aqueduc d'Achères. Conduite forcée de 1,8 m.

Types des aciers de l'armature.



Directrice. — Génératrice principale. — Génératrice intermédiaire.

à leurs extrémités (fig. 40), leur espacement, de 0,20 m pour les pressions inférieures à 7,40 m, est réduit à 0,16 m

et 0,14 quand la pression s'élève de 7,40 m à 11 m et de 11 m à 14 m.

L'espacement des génératrices est le même, mais leur section n'est que de $20 \times 14 \times 3$ mm. Les mailles ainsi formées ayant paru encore trop larges, on a cru devoir placer des barres supplémentaires de petit échantillon entre les barres principales.

Les tuyaux fabriqués à l'avance par bouts de 2,50 m de longueur ont été réunis en coulant du ciment dans le vide laissé entre leurs extrémités et en recouvrant ce joint par une bague en ciment armé scellée au moyen d'un coulis de mortier.

Chacun d'eux repose en son milieu sur un support en béton de 1,50 m de longueur.

Lors de la mise en eau, on a constaté que les tuyaux supportant une pression de 2 à 8 m sont restés secs.

Pour les pressions de 8 m à 12,50 m, des suintements se sont produits avec légères fissures longitudinales : au bout de deux mois, le colmatage était complet.

Enfin, pour des pressions de 12,50 mà 13,60, les suintements ont été plus abondants et l'assèchement complet a demandé trois mois.

Le prix moyen de cette canalisation s'est élevé à 200 fr par mètre courant, supports et terrassements compris.

Tuyaux avec tube intérieur. — Deux dispositions différentes ont été adoptées pour les tuyaux munis d'un tube intérieur.

Dans la première, employée exclusivement pour la conduite principale de 1,80 m de diamètre, le tube intérieur se compose de feuilles de tôle rivées entre elles, d'une épaisseur de 3,5 mm ou de 4,5 mm, suivant que la pression est inférieure ou supérieure à 15 m. Ce tube n'est pas noyé dans le mortier de ciment, pour lequel il ne constitue qu'un revêtement intérieur : il en résulte que sur une de ses faces il restera exposé à l'oxydation. En outre, à chaque joint on a cru devoir raccorder séparément et le tube

en tôle et le tuyau en ciment armé, ce qui n'est pas sans créer quelques complications.

Le prix moyen de cette canalisation s'est élevé à 300 fr environ par mètre courant, supports et terrassements compris.

Après la mise en eau, les tuyaux qui ne supportaient qu'une pression inférieure à 15,35 m sont restés complè-

Aqueduc d'Achères. Conduites secondaires forcées. Disposition du tube.

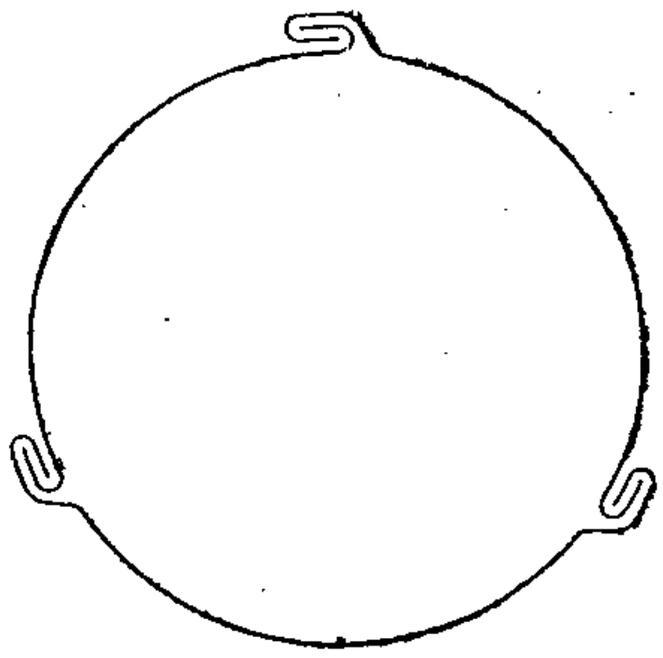


Fig. 41. — Coupe transversale d'un gros tube.

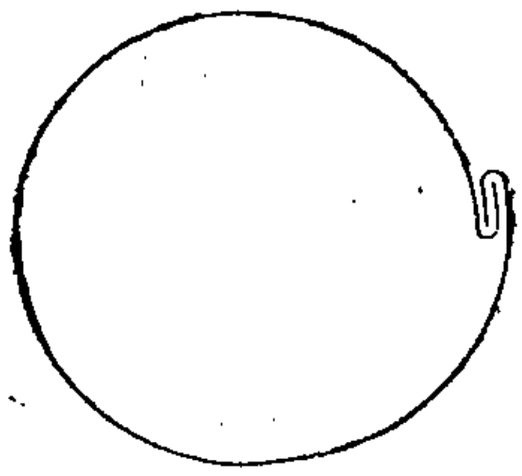


Fig. 42. — Coupe transversale d'un petit tube.

tement secs ; les autres, pour lesquels la pression s'élevait jusqu'à 22 m ont donné au début quelques suintements avec fissures longitudinales, mais en moins de deux mois ces fissures s'étaient colmatées et l'étanchéité de la canalisation ne laissait plus rien à désirer.

L'autre disposition a été appliquée pour les canalisations secondaires, dont le diamètre varie de 0,30 à 1,10 m. Les tuyaux sont formés :

1° D'un tube en tôle d'acier plombée, agrafée et soudée qui occupe le milieu de l'épaisseur du tuyau ;

2° De deux armatures en barres d'acier à profil en croix enveloppant intérieurement et extérieurement le tube précédent ;

3° D'un revêtement en mortier de ciment enveloppant complètement toute la partie métallique.

Par exception, les tuyaux de 0,30 m de diamètre ont été constitués comme la conduite principale : leur longueur ne dépasse pas 2 m tandis que celle des autres atteint 3 m.

Les figures 41 à 44 montrent la disposition des tubes.

Aqueduc d'Achères. Conduites secondaires forcées.

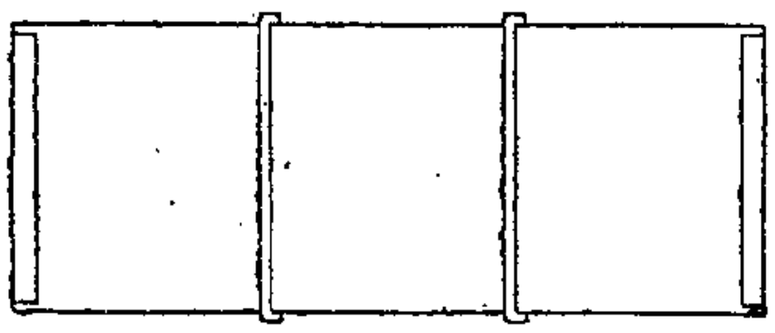


Fig. 43. — Coupe longitudinale.

Fig. 44. — Détail d'un joint.

Pour leur préparation on a recours à diverses machines-outils, cisailles, plisseuses, cintreuses, agrafeuses, moletteuses ; les soudures seules se font directement à la main.

L'épaisseur de la tôle est la même pour tous les tuyaux ; elle s'élève à 0,6 mm seulement pour une pression prévue de 40 m.

Des deux armatures, l'extérieure seule est entrée en ligne de compte dans les calculs de résistance : l'espacement E des directrices, affectant la forme d'une hélice, a été calculé au moyen de la formule

$$E = \frac{S \times 2R}{HD}$$

dans laquelle S représente la section en mm² de la barre,

R la tension maxima à imposer au métal, H la pression en mètres d'eau, D le diamètre du tuyau en m. Leurs extrémités sont reliées par de simples ligatures.

Les tuyaux coulés debout sur un chantier spécial ont été ensuite transportés à pied-d'œuvre puis mis en place au moyen de grues ou de chèvres.

Pour leur assemblage, on procédait de la façon suivante :

Les tubes en tôle dépassaient le ciment d'environ 0,04 m. En juxtaposant les tuyaux, on obtenait donc une sorte de gorge, qu'on enduisait de céruse et dans laquelle on appliquait une bande d'amiante (fig. 45). Par-dessus ce joint on

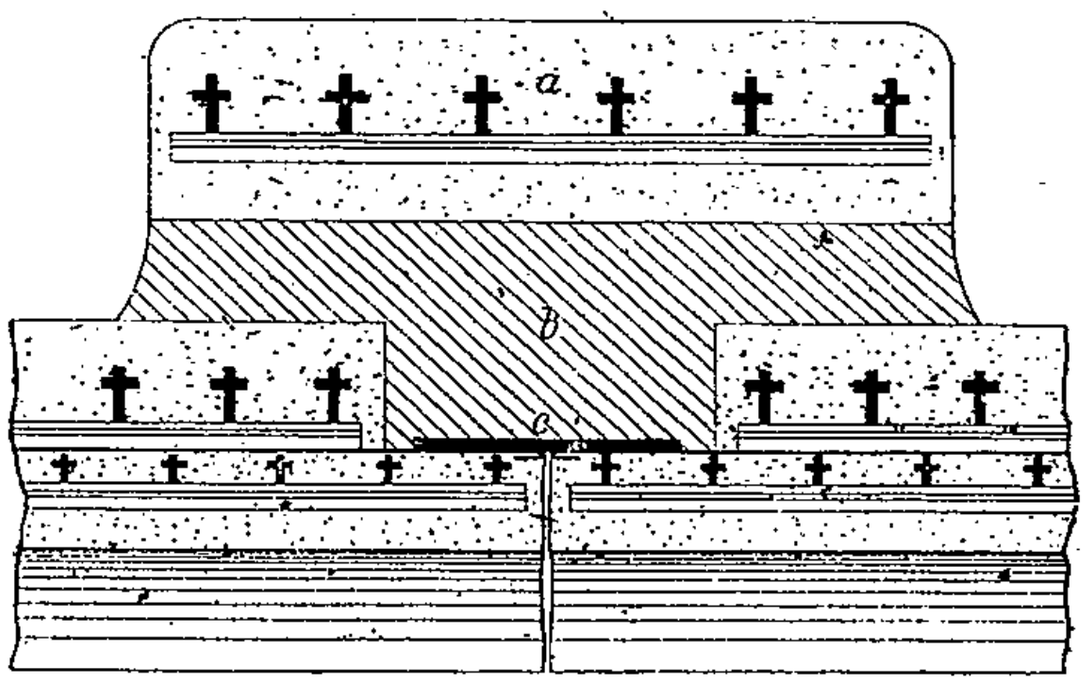


Fig. 45. — Joints des tuyaux.

Légende. — *a*, bague en ciment armé ; *b*, coulis de ciment ; *c*, amiante.

faisait glisser une bague en ciment armé de 0,20 m de largeur et, après l'avoir centrée, on y coulait du mortier de ciment comme on coule du plomb dans les joints de canalisations en fonte.

Pour les tuyaux d'un diamètre au moins égal à 0,60 m ce joint est complété intérieurement par un remplissage en mortier lissé à la truelle qui permet d'obtenir une surface unie. Pour les diamètres inférieurs à 0,60 m il est impossible d'exécuter ce dernier travail, et il reste des rainures intérieures ; mais l'expérience a prouvé qu'elles se remplissent très vite de matières amenées par les eaux.

Les canalisations que nous venons de décrire ont été installées dans des tranchées dont la profondeur dépassait de 1 m au moins le diamètre extérieur du tuyau et dont la section variait de 1,10 m² pour les tuyaux de 0,30 m à 4,25 m² pour les tuyaux de 1,10 m. La nature du sol a permis d'éviter les boisages.

Dans ces conditions, le prix moyen du mètre courant de conduite, y compris terrassements, fourniture et pose des tuyaux et toutes sujétions, s'est élevé aux chiffres suivants :

Diamètre des conduites.	Prix du mètre courant.
0,30 m	12,00 fr
0,40 m	16,20
0,60 m	28,25
0,80 m	36,10
1,00 m	60,20
1,10 m	77,35

Ch. BOITEL,
Capitaine du génie.

THÉORIE ET APPLICATIONS

DES

COURANTS ALTERNATIFS

[Suite et fin [1]*.]*

Parmi toutes les hypothèses faites par Maxwell pour expliquer les phénomènes électriques et magnétiques, il faut faire une place à part à la théorie électromagnétique de la lumière. Car, dans ce cas, les hypothèses dont nous avons plus haut indiqué l'origine ont reçu directement de l'expérience des confirmations inattendues, dont nous allons nous occuper maintenant.

Reportons-nous à la formule (6) ; si K, K′, K″ sont les coefficients des formules de Coulomb et de Laplace relatifs au vide, le nombre

$$u = \frac{\sqrt{KK'}}{K''}$$

représente la vitesse de la lumière dans le vide. Par conséquent, dans un milieu où les coefficients ont des valeurs K_1, K_1', K_1'', la vitesse de la lumière sera

$$u_1 = \frac{\sqrt{K_1 K_1'}}{K_1''}.$$

On en déduit

$$\frac{u}{u_1} = \sqrt{\frac{K}{K_1}}\sqrt{\frac{K'}{K'_1}} \cdot \frac{K_1''}{K''}.$$

1. Voir *Revue*, 1899, t. XVII, p. 513, et t. XVIII, p. 51.

Or, le rapport $\frac{K}{K_1} = p$ est ce que Faraday appelait le *pouvoir inducteur spécifique* du milieu par rapport au vide. Quant au rapport $\frac{K_1'}{K'} = \mu$, c'est ce que sir W. Thomson a nommé la *perméabilité magnétique* de ce milieu, celle du vide étant prise comme terme de comparaison.

D'autre part, si l'on admet avec Maxwell que le champ magnétique dû à un courant a les mêmes propriétés que le champ produit par des aimants, le rapport $\frac{K_1''}{K''}$ est aussi égal à μ.

Il en résulte

$$\frac{u}{u_1} = \sqrt{p\mu}.$$

Le rapport $\frac{u}{u_1}$ des vitesses de la lumière dans le vide et dans le milieu considéré n'est autre chose que l'indice de réfraction n de ce milieu par rapport au vide ; de plus, pour tous les diélectriques, le vide compris, la perméabilité a sensiblement la même valeur ; il en résulte que *pour ces milieux* on pourra prendre $\mu = 1$, d'où

$$p = n^2.$$

C'est-à-dire que, pour les diélectriques, le pouvoir inducteur spécifique doit être égal au carré de l'indice de réfraction. C'est ce que l'on vérifie sur un grand nombre de diélectriques solides et liquides.

Pour quelques substances toutefois, l'accord semblait moins satisfaisant. Bien que la théorie ou même les difficultés d'expériences permettent d'expliquer ces écarts, ceux-ci n'en laissent pas moins subsister un certain doute. C'est au savant allemand Henri Hertz (mort en 1894, âgé de 36 ans), que l'on doit des expériences confirmant d'une manière beaucoup plus précise l'hypothèse hardie de Maxwell.

Le meilleur moyen de prouver l'identité des radiations

électromagnétiques et des radiations lumineuses, c'est évidemment de montrer que l'on peut reproduire avec les premières tous les phénomènes que l'on obtient avec les secondes. Mais pour cela il était nécessaire d'avoir recours à un procédé opératoire différant de tous ceux qu'on avait employés jusque-là. On ne pouvait songer à utiliser les courants alternatifs ordinaires, car pour 100 périodes par seconde la longueur d'onde est $\lambda = \frac{300\,000}{100}$, soit 3 000 km.

Un laboratoire, si grand qu'on le suppose, ne pourrait donc contenir qu'une faible fraction d'onde.

Il fallait donc chercher à réaliser des longueurs d'ondes qui fussent, sinon aussi courtes que les ondes lumineuses, du moins compatibles avec les dimensions que l'on pouvait donner aux appareils.

Pour y arriver, Hertz eut l'idée d'appliquer une propriété découverte en 1847 par Helmholtz qui, en étudiant la décharge des condensateurs, avait reconnu que, dans certains cas, celle-ci s'effectue par une série de décharges alternatives, de même qu'un pendule écarté de la verticale et abandonné à lui-même ne revient à sa position d'équilibre qu'après avoir effectué une série d'oscillations.

Cette propriété fut vérifiée expérimentalement par Feddersen et en 1853 sir W. Thomson en donna l'explication théorique suivante :

Soit un condensateur de capacité C dont on provoque la décharge en réunissant ses armatures par un conducteur ayant une résistance R et un coefficient de self-induction L ; nous supposerons la capacité de ce conducteur négligeable par rapport à C.

Si Q est la charge à l'instant t, le fil est parcouru à cet instant par un courant dû à une force électromotrice $\frac{Q}{C}$.

On a donc, pour l'équation du courant variable,

$$\frac{Q}{C} = Ri + L\frac{di}{dt}.$$

D'autre part, pendant le temps dt, une quantité dQ s'écoule à travers le fil ; donc

$$i = -\frac{dQ}{dt} \qquad \frac{di}{dt} = -\frac{d^2Q}{dt^2},$$

d'où

$$L\frac{d^2Q}{dt^2} + R\frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{C} = 0. \tag{9}$$

Si l'on considère Q comme la variable, l'équation (9) est une équation linéaire à coefficients constants dont l'intégrale générale est

$$Q = Ae^{\rho t} + A'e^{\rho' t}, \tag{10}$$

ρ et ρ' étant les racines de l'équation

$$L\rho^2 + R\rho + \frac{1}{C} = 0. \tag{11}$$

Quant à A et A′, ce sont deux constantes à déterminer d'après les conditions initiales. Pour $t = 0$ on a, en appelant Q_o la charge au début,

$$A + A' = Q_0. \tag{12}$$

D'autre part, l'équation (10) différenciée donne

$$\frac{dQ}{dt} = \rho A e^{\rho t} + \rho' A' e^{\rho' t},$$

qui, pour $t = 0$, devient

$$\rho A + \rho' A' = 0. \tag{13}$$

Des équations (12) et (13) on déduit

$$A = -\frac{Q_0\rho'}{\rho - \rho'}, \qquad A' = \frac{Q_0\rho}{\rho - \rho'}. \tag{14}$$

Deux cas sont à examiner, suivant que les racines de l'équation (11) sont réelles ou imaginaires.

Lorsque ces racines sont réelles, elles sont en même temps négatives. Donc à mesure que t augmente, la charge Q décroît et s'annule théoriquement pour $t = \infty$. Le courant qui parcourt le fil est toujours de même sens et le condensateur se décharge en une seule fois.

Si, au contraire, les racines sont imaginaires, on peut

poser

$$\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2} = m^2, \qquad (15)$$

d'où

$$\rho = -\frac{R}{2L} + m\sqrt{-1},\ \rho' = -\frac{R}{2L} - m\sqrt{-1}$$

$$Q = e^{-\frac{Rt}{2L}}\left(Ae^{mt\sqrt{-1}} + A'e^{-mt\sqrt{-1}}\right). \qquad (16)$$

Or, en considérant les développements en série des fonctions e^x, sin x et cos x, on démontre en algèbre la formule

$$e^{x\sqrt{-1}} = \cos x + \sqrt{-1}\ \sin x.$$

En faisant $x = mt$ et appliquant cette formule à l'équation (16), celle-ci devient :

$$Q = Q_0 e^{-\frac{R}{2L}t}\left[A(\cos mt + \sqrt{-1}\sin mt) + A'(\cos mt - \sqrt{-1}\sin mt)\right].$$

Enfin, remplaçant A et A′ par leurs valeurs (14), il vient, toutes réductions faites,

$$Q = Q_0\, e^{-\frac{Rt}{2L}}\left(\cos mt + \frac{R}{2mL}\sin mt\right),$$

d'où l'on déduit pour l'intensité du courant de décharge à l'instant t

$$i = -\frac{dQ}{dt} = \frac{Q_0}{mLC}\, e^{-\frac{Rt}{2L}}\sin mt,$$

c'est-à-dire que ce courant est *alternatif*. La durée T d'une période complète est alors

$$T = \frac{2\pi}{m} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{R^2}{4L^2}}}.$$

On s'expliquera facilement ces résultats si l'on admet l'assimilation du diélectrique à un ressort tendu par la charge. Lorsque la cause de cette tension disparaît, le diélectrique revient en général, comme le ressort, à sa position initiale par une série d'oscillations.

Pour empêcher le ressort d'osciller, il faudrait opposer une résistance à son mouvement, par exemple en le plongeant dans un milieu visqueux. De même, on empêche les oscillations du diélectrique en présentant à la décharge du condensateur une résistance R suffisamment grande.

Ordinairement, lorsque l'on veut réaliser une décharge oscillante, on prend la résistance R assez faible pour que l'on puisse négliger le terme $\frac{R^2}{4L^2}$.

Les effets de la self-induction sont alors seuls à considérer et la durée T de l'oscillation se réduit à

$$T = 2\pi\sqrt{CL}.$$

On voit d'après ce qui précède que l'on pourrait réaliser des oscillations électriques en procédant de la manière suivante :

Deux sphères métalliques A et B isolées l'une de l'autre (fig. 9) et constituant un condensateur sont reliées aux

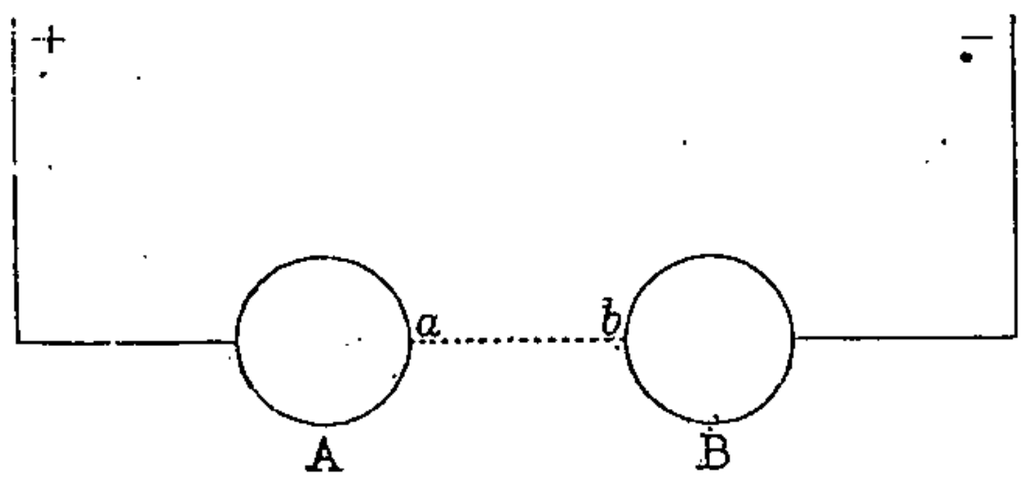


Fig. 9.

pôles d'une source d'électricité, bobine de Ruhmkorff ou machine électrostatique, qui établit entre elles une différence de potentiel.

Si on les réunit par un fil continu *ab*, ce fil sera le siège de décharges alternatives pourvu que les dimensions de l'appareil satisfassent aux conditions indiquées par la formule (15).

En procédant ainsi, on n'obtiendrait qu'un phénomène de très courte durée, à peu près impossible à observer.

Pour tourner la difficulté, Hertz interrompit le conducteur *ab*, de manière à laisser en son milieu un petit intervalle *mm'* (fig. 10). La décharge s'effectue alors par une étin-

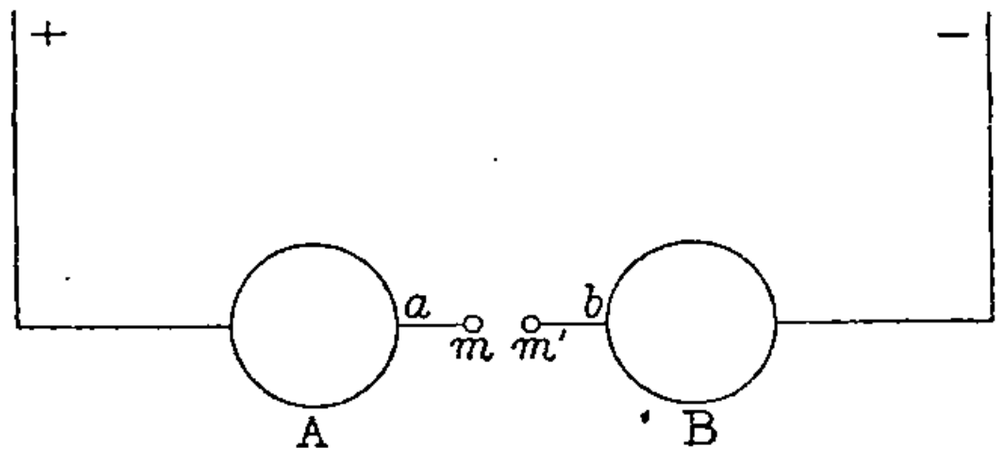


Fig. 10.

celle qui jaillit entre *m* et *m'*, lorsque la différence de potentiel entre les deux sphères, a atteint une valeur suffisante. Cette étincelle joue le rôle d'un conducteur reliant les deux sphères avec cette différence qu'une fois la décharge effectuée, les sphères peuvent se charger à nouveau pour se décharger ensuite, de sorte que l'on obtient entre les points *mm'* une série de décharges oscillantes se succédant sans interruption aussi longtemps que la source fonctionne. Cet appareil constitue ce que Hertz a appelé l'*excitateur*.

Quant à la durée des oscillations, on conçoit qu'on puisse la déterminer par la formule de Thomson, puisque l'on peut calculer directement les valeurs de L et de C en les déduisant des dimensions de l'appareil.

Dans ses premières expériences, avec des sphères de 0,30 m de diamètre, placées à 1,50 l'une de l'autre, Hertz obtint des oscillations dont la durée en secondes était $T = 1,77 \times 10^{-8}$; en admettant que ces oscillations se propagent avec la vitesse de la lumière, leur longueur d'onde serait de 5,30 m environ.

Bien que plus tard Hertz ait réussi à réduire la longueur d'onde, les radiations obtenues étaient encore trop lentes pour agir sur l'organe de la vue. Il fallait donc, pour les étudier, réaliser un instrument destiné à rempla-

cer l'œil. Dans ce but, Hertz employa comme récepteur un circuit composé d'une seule spire de fil métallique (fig. 11). L'anneau ainsi formé était interrompu et terminé à ses extrémités par deux petites boules *a* et *b*.

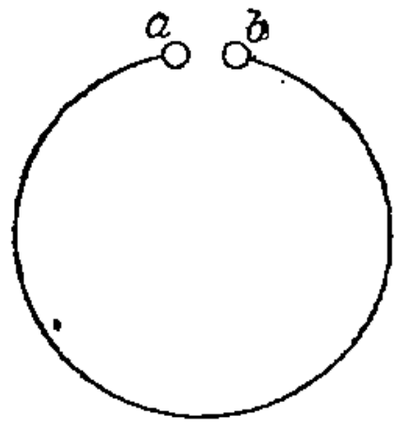


Fig. 11.

Cet appareil peut être considéré comme un condensateur dont les armatures seraient réunies en permanence par un arc métallique. Lorsqu'on l'introduit dans le champ, les variations de celui-ci donnent naissance à des forces électro-motrices d'induction qui chargent le condensateur et, lorsque la différence de potentiel entre *a* et *b* est devenue assez grande, une étincelle jaillit entre les deux boules en déchargeant le condensateur. On aura donc en *ab* une série d'étincelles, qui pourront servir à déceler l'existence du champ alternatif.

Ces étincelles seront elles-mêmes oscillantes, si les dimensions de l'appareil ont été convenablement choisies, de sorte que l'on aura entre *a* et *b* une série de décharges alternatives. On conçoit que ces décharges auront leur intensité maxima, si leur période est la même que celle des renversements du champ qui produisent les courants de charge; car alors le condensateur se décharge en totalité par les étincelles et non par le fil qui réunit les armatures *a* et *b*.

On doit donc déterminer les dimensions du récepteur de manière que ces conditions soient remplies, c'est-à-dire en tenant compte de la période des oscillations fournies par l'excitateur. Le récepteur fonctionne alors à la façon d'un résonateur acoustique qui renforce seulement le son

qu'il peut émettre directement. De là le nom de *résonateur*, donné par Hertz à son appareil récepteur des ondes électriques.

Le résonateur étant construit de manière à posséder son maximum de sensibilité peut servir à explorer le champ et, suivant le degré d'intensité des étincelles, à indiquer comment varie ce champ en ses différents points.

Considérons en particulier un point m situé dans le plan de symétrie de l'excitateur (fig. 12). Les décharges oscil-

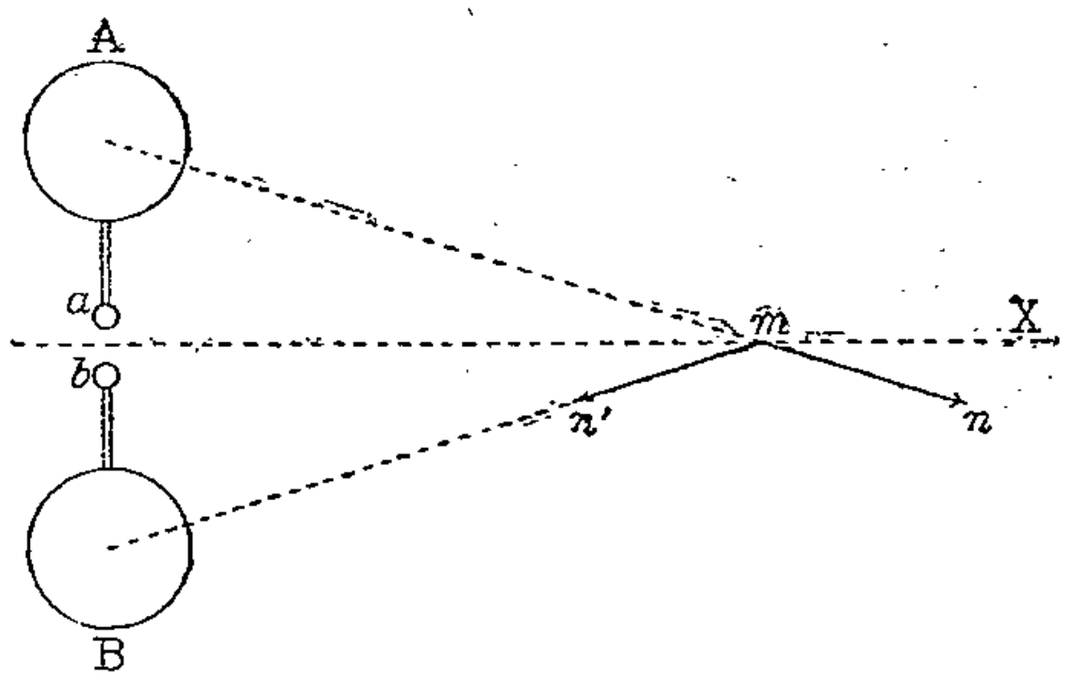


Fig. 12.

lantes de ab produisent en m deux sortes d'actions : les unes électrostatiques, résultant des variations de charge des sphères A et B, les autres magnétiques, dues aux courants alternatifs entre a et b.

La force électrique en m est la résultante des actions exercées par les sphères A et B, dirigées respectivement suivant Am et Bm. On peut d'ailleurs admettre que les charges de A et B sont à chaque instant égales et de signes contraires, c'est-à-dire que les deux composantes mn, mn' du champ électrostatique sont toujours égales entre elles et situées du même côté de mX. Leur résultante est donc constamment parallèle à AB.

Quant au champ magnétique produit par le courant dirigé suivant ab, on sait que ses lignes de force sont des circonférences ayant leur centre sur ab et dont le plan est normal à ab. La force magnétique au point m est donc

dirigée perpendiculairement au plan ABm, que nous avons pris comme plan de la figure.

Les intensités des champs électrostatique et magnétique sont donc rectangulaires et leur plan est normal à la direction de propagation mX. Si, de plus, on examine de près le fonctionnement de l'excitateur, on se rendra compte facilement que les maxima d'intensité du courant *ab* correspondent aux minima de charge des sphères A et B et réciproquement. Il en sera de même des intensités des deux champs alternatifs au point m, ce qui revient à dire que ces deux champs ont entre eux une différence de phase de un quart de période.

Ces divers résultats peuvent être vérifiés à l'aide du résonateur de Hertz. Menons par le point m trois axes rectangulaires mX, mY, mZ (fig. 13) respectivement suivant la direction de propagation, l'intensité du champ électrostatique et l'intensité du champ magnétique. Le centre du résonateur restant toujours en m, on pourra faire varier l'orientation du résonateur dans son plan et la position de ce plan.

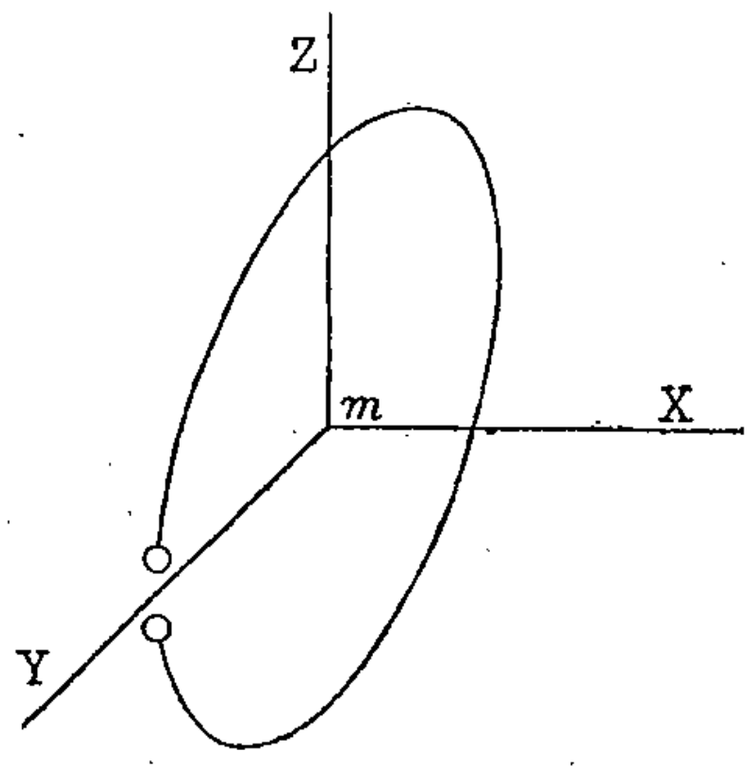


Fig. 13.

Considérons d'abord les actions électrostatiques. Celles-ci seront nulles, si le plan du résonateur est perpendiculaire à la direction mY des lignes de force du champ électrostatique. On doit donc rechercher l'effet maximum des

actions électrostatiques en plaçant le résonateur dans le plan YZ, parallèle aux lignes de force. L'intensité de l'action dépend alors de la position de la coupure *ab*. Si cette coupure est sur *m*Y, comme dans la figure 13, les boules *a* et *b* ont constamment, par raison de symétrie, des potentiels égaux: il n'y a donc pas d'étincelles. Le maximum aura lieu, au contraire, si la coupure se trouve sur *m*Z.

Tant que le résonateur est dans le plan YZ, l'action du champ magnétique est nulle; car on est alors sensiblement dans le même cas qu'un circuit fermé qui se déplace parallèlement à lui-même dans un champ magnétique uniforme. On peut donc ainsi étudier l'action due au champ électrostatique seul.

Pour obtenir l'action maximum due au champ magnétique, il faudra placer le résonateur perpendiculairement aux lignes de force de ce champ, c'est-à-dire dans le plan XY. Il ne sera plus nécessaire alors de tenir compte de l'orientation de la coupure, puisque, dans ce cas, les courants induits dans le résonateur ne dépendent que de la variation du flux de force qui traverse le circuit.

On voit, enfin, que si l'on place le résonateur dans le plan XY, qui est le plan de symétrie de l'excitateur, le résonateur est soustrait à la fois à l'influence des deux champs.

Une fois en possession de ces appareils, Hertz s'est préoccupé de mesurer par l'expérience la vitesse de propagation des ondes émises par l'excitateur. Il appliqua pour cela la méthode employée par Biot pour mesurer la vitesse du son dans les gaz. L'onde ayant parcouru un certain trajet, si on la réfléchit de manière à la faire revenir en arrière, l'onde directe et l'onde réfléchie interfèrent et il se produit des nœuds et des ventres. Il suffit alors de déterminer la position de deux nœuds consécutifs pour en déduire d'abord la longueur d'onde et ensuite la vitesse de propagation.

Pour produire la réflexion de l'onde électromagnétique,

Hertz la recevait sur une surface métallique, normale au rayon. En déplaçant le résonateur le long de ce rayon, il constatait que les étincelles n'avaient pas partout la même intensité; la position où cette intensité est minima correspond à un nœud, celle où elle est maxima correspond à un ventre.

Suivant l'orientation donnée au résonateur, on peut étudier séparément l'onde électrostatique et l'onde électromagnétique; on reconnaît ainsi qu'elles ont la même vitesse de propagation, tout en ayant l'une par rapport à l'autre un retard d'un quart de période. Comme d'ailleurs cette vitesse de propagation était égale à celle de la lumière, la théorie de Maxwell se trouvait ainsi confirmée.

Les expériences présentaient toutefois de grandes difficultés provenant de ce que, l'amortissement des ondes électriques dans l'air étant très rapide, on ne pouvait opérer que sur de faibles distances. Pour augmenter la portée et en même temps le degré de précision des résultats, Hertz chercha alors à mesurer la vitesse de propagation des ondes, non plus dans l'air seul, mais dans des fils conducteurs.

La théorie montre en effet, indépendamment de toute hypothèse sur la nature intime des phénomènes, que la vitesse doit être la même dans les deux cas, à la condition toutefois que les oscillations soient suffisamment rapides. On sait que la résistance offerte par un conducteur au passage d'un courant alternatif est représentée par le radical $\sqrt{R^2 + m^2 L^2}$ que l'on nomme l'impédance. R est la résistance *ohmique*, qui ne dépend pas de la période et est la même que pour les courants continus. Quant au deuxième terme $m^2 L^2$, il dépend à la fois du coefficient de self-induction L et du nombre $m = \frac{2\pi}{T}$ qui est proportionnel à la fréquence. Il en résulte que si m est très grand, comme R est en général assez faible, le premier terme du radical peut être négligé et le conducteur peut

être considéré comme un conducteur *parfait*, c'est-à-dire sans résistance. Les choses se passent alors comme si le courant était dû à des charges statiques se déplaçant à la surface du conducteur, sans pénétrer dans son intérieur.

Ces idées ont été développées par Heaviside et Poynting, qui considèrent un courant électrique comme ayant son siège, non pas dans le conducteur, mais dans le diélectrique qui l'entoure, du moins en ce qui concerne l'énergie transportée. Si la résistance du conducteur est nulle, cette énergie arrive tout entière à l'extrémité du conducteur, comme si celui-ci n'existait pas. Si, au contraire, la résistance du conducteur n'est pas négligeable, une partie de l'énergie transportée se diffuse dans le conducteur où elle se retrouve sous forme de chaleur. On conçoit donc que si les variations du courant sont très rapides, cette diffusion n'atteint que les couches superficielles ; lorsque les variations sont nulles, c'est-à-dire dans le cas du courant continu, la diffusion pénètre jusqu'au centre du conducteur et la totalité de l'énergie est transformée en chaleur. Ces considérations sont, d'ailleurs, conformes aux idées de Maxwell et montrent que la résistance ohmique du conducteur se comporte comme un véritable frottement qui a pour effet de ralentir la propagation.

Les expériences de Hertz datent de 1888; bien avant cette époque, on avait essayé de mesurer la vitesse de l'électricité ou, plus exactement, la vitesse de propagation d'un signal électrique à travers un fil.

En 1834, Wheatstone avait trouvé, à l'aide d'un miroir tournant, une vitesse de 460 000 km; en 1849, l'Américain Walker avait trouvé seulement 30 000 km. En 1850, MM. Fizeau et Gounelle, appliquant le procédé employé par Fizeau pour mesurer la vitesse de la lumière, obtenaient, pour la vitesse de l'électricité, 100 000 km dans le fer et 180 000 km dans le cuivre.

A l'exception de Wheatstone, tous les opérateurs avaient obtenu des vitesses inférieures à celle de la lumière. Hertz

pouvait croire que ces différences provenaient de ce que les perturbations électriques enregistrées étaient trop lentes et qu'avec les oscillations rapides produites par son excitateur, il obtiendrait la même vitesse que dans l'air. L'expérience ne confirma pas ces prévisions et donna des vitesses notablement moindres que celles de la lumière.

Il semblait donc y avoir désaccord entre la théorie et l'expérience. C'est à deux physiciens genevois, MM. Sarrazin et de la Rive, que l'on doit d'avoir élucidé la question. Pour obtenir la vitesse de propagation, Hertz mesurait directement la longueur d'onde λ et calculait la durée de la période T, d'après les dimensions de l'excitateur, au moyen de la formule de Thomson. Or, l'excitateur ne se compose pas seulement des deux boules entre lesquelles jaillissent les étincelles; il est en réalité constitué par un circuit assez complexe, comprenant le circuit primaire de la bobine d'induction, l'interrupteur et son condensateur. La décharge comprend alors, non pas une oscillation unique de période bien déterminée, mais un ensemble d'oscillations de périodes différentes qui se superposent les unes aux autres. C'est à ce phénomène que MM. Sarrazin et de la Rive ont donné le nom de *résonance multiple*.

Il en résulte que, parmi toutes ces oscillations, le résonateur choisit celle qui correspond à sa propre période, de sorte qu'en réalité la longueur d'onde mesurée est déterminée, non par les dimensions de l'excitateur, mais par celles du résonateur. Grâce à cette remarque, on a réussi à obtenir, pour la vitesse de propagation des ondes électriques dans les fils, des valeurs très voisines de la vitesse de la lumière.

Les expériences de Hertz n'ont pas seulement porté sur la vitesse des ondes. Si celles-ci sont identiques aux ondes lumineuses, on doit pouvoir reproduire avec elles les phénomènes qu'on obtient avec la lumière. Déjà en étudiant la propagation, Hertz avait constaté la réflexion des ondes

sur des surfaces métalliques planes. Après avoir vérifié que les lois de cette réflexion sont les mêmes que pour la lumière, il réussit à obtenir la concentration des ondes au moyen de miroirs concaves. Ceux-ci étaient constitués par la surface intérieure d'un cylindre parabolique en métal dont la ligne focale contenait l'excitateur. En plaçant un miroir semblable derrière le résonateur, Hertz put reproduire l'expérience des miroirs conjugués. Dans ce cas, le résonateur était formé de deux fils rectilignes situés dans le prolongement l'un de l'autre et terminés, aux extrémités en regard, par deux petites boules entre lesquelles se produisaient les étincelles. Le résonateur formait alors un condensateur dont les armatures restaient isolées l'une de l'autre.

On peut également produire la réfraction des ondes; à cet effet, Hertz employait un prisme en asphalte ayant 1,50 m de hauteur et dont la base était un triangle équilatéral de 1,20 m de côté.

Enfin, en recevant les ondes sur des réseaux formés de fils métalliques parallèles, Hertz put reproduire les principaux phénomènes de la polarisation rectiligne.

Les expériences de Hertz furent répétées dans tous les pays par un grand nombre de savants. Il faut citer en première ligne M. Lodge, en Angleterre, qui, sans avoir connaissance des travaux de Hertz, avait déjà obtenu des résultats analogues, en utilisant les ondes provenant de la décharge oscillante d'une bouteille de Leyde.

Nous avons déjà parlé plus haut des expériences faites à Genève par MM. Sarrazin et de la Rive. En France, les travaux de Hertz ont été étudiés principalement par M. Blondlot, qui montra d'abord par des expériences directes que la vitesse des ondes est la même dans un fil conducteur et dans l'air. Appliquant ensuite les résultats trouvés par MM. Sarrazin et de la Rive, M. Blondlot modifia la forme du résonateur de Hertz, de manière à en déterminer la période avec plus de précision. Il put

ainsi obtenir dans les fils conducteurs une vitesse de 298 000 km.

En général, les différents physiciens qui ont répété les expériences de Hertz ont cherché à réduire la longueur d'onde. Hertz lui-même, dans ses expériences sur la réfraction, avait opéré avec des ondes de 0,66 m ; mais il ne paraît pas qu'il soit descendu au-dessous.

En modifiant la disposition de l'excitateur, M. Righi, en Italie, produisit des ondes de 25 mm. Enfin, M. Bose, professeur à Calcutta, réussit à obtenir des ondes de 6 mm seulement.

Le but que l'on poursuivait en augmentant ainsi la rapidité des oscillations était d'obtenir des longueurs d'ondes assez courtes pour permettre la construction d'appareils capables de reproduire, avec les rayons électriques, les principales expériences de l'optique. Mais, comme en même temps on diminue considérablement la quantité d'énergie transmise, on dut, dans certains cas, avoir recours à des appareils plus sensibles que le résonateur, pour déceler la présence des ondes.

Les expériences les plus complètes faites dans cet ordre d'idées sont celles de M. Righi, qui reproduisit non seulement les expériences de Hertz, mais encore les suivantes : l'expérience des deux miroirs de Fresnel et la production des franges d'interférence, l'expérience du biprisme en employant un bloc de soufre, la diffraction par une fente étroite ou par le bord d'un écran. Il a constaté également la réflexion sur les diélectriques et l'application des formules de Fresnel à la réflexion sur les corps transparents, la production d'ondes elliptiques et circulaires, la réflexion totale, la polarisation par réfraction à travers une pile de lames de paraffine, etc.

Citons encore, pour clore cette énumération, les expériences de M. Lebedew, qui reconnut la double réfraction du soufre et réussit à construire un nicol en soufre pour des ondes de 6 mm.

Nous avons dit plus haut que le résonateur de Hertz n'est pas le seul appareil susceptible de déceler la présence des ondes électriques. On a pu constater, en effet, l'action des ondes sur les substances et les appareils les plus divers : plaques photographiques, piles thermoélectriques, tubes à vide, etc.

Nous citerons en particulier l'action étudiée en 1880, par M. Branly, sur la conductibilité électrique de certaines substances présentant des contacts imparfaits.

Les métaux à l'état pulvérulent, les grenailles, limailles, etc., présentent, sous cette forme, une conductibilité très faible et leur résistance se chiffre souvent par plusieurs mégohms. Si l'on vient à produire dans leur voisinage une décharge oscillante, cette résistance s'abaisse brusquement et peut tomber à quelques ohms. Généralement, la conductibilité ainsi acquise peut subsister un temps plus ou moins long ; mais les trépidations et surtout un choc brusque, la font disparaître instantanément.

La disposition employée le plus souvent par M. Branly consistait à placer la substance à étudier dans un petit tube en ébonite, fermé par deux pistons métalliques servant à amener le courant et permettant de faire varier la pression.

C'est M. Lodge qui le premier a montré le parti que l'on pouvait tirer des tubes à limaille comme indicateurs des ondes électriques. Selon lui, les ondes ont pour effet d'orienter les particules et, suivant son expression, de les *cohérer*, d'où le nom de *cohéreur* donné par lui aux tubes de Branly. Ce nom a prévalu, bien que M. Branly lui-même, qui n'admettait pas tout à fait l'explication de M. Lodge, ait proposé celui de *radioconducteur*.

Quoi qu'il en soit de la cause intime du phénomène qui se passe dans les tubes à limaille, il est nécessaire, lorsqu'un tube a été cohéré, de le décohérer pour lui rendre sa sensibilité. A cet effet, M. Lodge intercalait dans le circuit du tube un relais qui, dès que la résistance du

tube s'était abaissée, fermait un circuit local contenant un trembleur, par exemple une sonnerie dont on avait supprimé le timbre, dont le marteau venait frapper sur le tube. Celui-ci reprenant sa résistance primitive, le courant du relais cessait de passer et le circuit local s'ouvrait.

Cette disposition fut d'abord employée par M. Lodge pour répéter les expériences de Hertz. La première application pratique fut réalisée par M. Popoff, à Saint-Pétersbourg, pour l'étude de l'électricité atmosphérique. Plusieurs observateurs, entre autres M. Lodge, avaient émis cette idée que le plus souvent les décharges de la foudre doivent être oscillatoires. M. Popoff entreprit de vérifier ce fait en l'utilisant en même temps à enregistrer les décharges éloignées. Pour cela, l'une des extrémités du cohéreur était reliée à la tige d'un paratonnerre ou simplement à un fil métallique se relevant verticalement le long d'un mât; l'autre électrode du cohéreur était mise à la terre. Les deux électrodes étaient, en outre, reliées, comme d'habitude, à un circuit comprenant une pile et un relais; le circuit local de ce relais contenait, outre le trembleur destiné à décohérer, une pile et un enregistreur.

Si l'on prend comme enregistreur un appareil Morse, il n'y a rien à changer à ce dispositif pour en faire un appareil télégraphique récepteur. Supposons, en effet, qu'au lieu d'enregistrer les ondes provenant des décharges atmosphériques, on reçoive sur le fil vertical des ondes produites artificiellement au moyen d'un excitateur placé à distance. Il suffira de produire au poste transmetteur des émissions longues ou courtes reproduisant par leurs combinaisons les signaux de l'alphabet Morse, comme on le fait pour la télégraphie optique; ces signaux viendront s'enregistrer sur le morse récepteur et l'on aura réalisé une transmission télégraphique sans fil.

Le poste transmetteur comporte donc, comme organe essentiel, un excitateur de Hertz, actionné habituelle-

ment par une bobine d'induction. L'expérience n'a pas tardé à démontrer que l'on augmentait notablement la portée en munissant le poste transmetteur d'un dispositif analogue à celui du poste récepteur, c'est-à-dire en reliant l'une des deux boules de l'excitateur à un fil métallique vertical ou *antenne*, l'autre boule étant reliée à la terre.

Tels sont les appareils employés dans ce qu'on est convenu d'appeler la télégraphie sans fil. Nous nous sommes contenté d'en indiquer le principe et les organes principaux. Mais, lorsqu'on a voulu entrer dans la voie de la pratique, il a fallu les compléter par une série d'organes accessoires qui seuls permettent de communiquer à grande distance.

On en trouvera la description détaillée dans les articles suivants du capitaine du génie Ferrié, chargé par le ministre de la guerre de suivre les expériences faites, en 1899, par M. Marconi, expériences dans lesquelles on réussit à échanger des dépêches entre la France et l'Angleterre, en franchissant une distance de 50 km.

J. BOULANGER,
Chef de bataillon du génie.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

PAR ONDES HERTZIENNES

ÉTUDE THÉORIQUE SOMMAIRE

Principe. — Le mode de communication que l'on désigne actuellement sous le nom trop général de télégraphie sans fil est basé sur les propriétés des ondes hertziennes.

La transmission des signaux, d'un point à un autre, s'opère d'une façon analogue à la télégraphie optique : des séries longues ou courtes d'ondes électriques, reproduisant par leurs combinaisons les signaux Morse, sont produites en l'un des points par un *transmetteur*, et rendues sensibles à nos organes, en l'autre point, par un *récepteur*.

Une *station* comprend un *transmetteur* et un *récepteur*.

Le *transmetteur* se compose théoriquement d'un condensateur dont une des armatures est reliée à la terre, et l'autre à un conducteur vertical soigneusement isolé, appelé *antenne*.

Le condensateur, nommé dans ce cas *excitateur* ou *oscillateur*, est chargé, et sa décharge provoquée par des moyens indiqués plus loin en détail.

Le *récepteur* (fig. 1) se compose d'un tube de Branly [1],

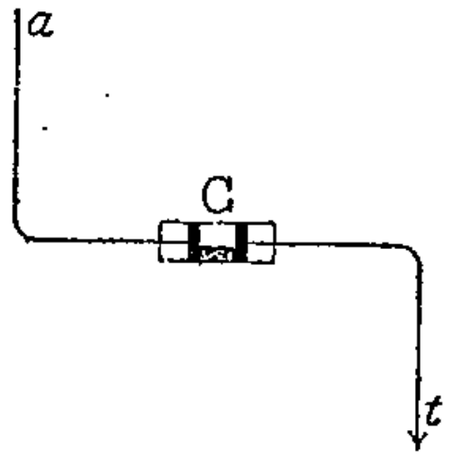


Fig. 1. — Récepteur.

1. Voir *Revue*, 1899, t. XVIII, p. 247.

dont l'une des électrodes est reliée à la terre *t* et l'autre à une antenne *a*. On sait que ce tube, généralement appelé *cohéreur*, est mauvais conducteur à l'état normal et jouit de la propriété de devenir bon conducteur lorsqu'il est soumis à l'action des ondes électriques. Les moyens employés pour utiliser cette propriété et traduire dans un morse les signaux reçus seront décrits plus loin.

Le condensateur O, formé d'une part par l'armature et l'antenne *a* (fig. 2) et d'autre part par l'armature reliée à

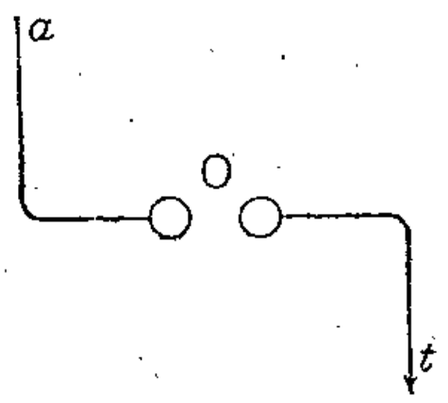


Fig. 2. — Oscillateur.

la terre *t*, a des dimensions électriques bien déterminées que l'on choisit de façon à satisfaire à la relation

$$\frac{R^2}{4L^2} < \frac{1}{CL},$$

R étant la résistance, L la self-induction, C la capacité [1]. La décharge est alors oscillante [2].

Pendant cette décharge, l'antenne est parcourue par des *oscillations électriques*, c'est-à-dire par des courants alternatifs à très haute fréquence (de l'ordre du million) dont la période T est donnée par la formule

$$T = 2\pi\sqrt{LC}.$$

Ces oscillations communiquent à l'éther ambiant un mouvement vibratoire, de même période, qui se transmet dans tout l'espace par ondes électriques ou rayons électriques analogues aux ondes et aux rayons lumineux.

L'antenne du poste récepteur se trouve donc plongée

1. Il faudrait tenir compte, pour être exact, de l'influence de la machine servant à la charge du condensateur.

2. Voir *Revue*, t. XVIII, p. 235.

dans un milieu animé d'un mouvement vibratoire qui développe dans le circuit récepteur des oscillations de même période. Ce sont ces oscillations qui agissent sur le cohéreur.

En poursuivant la comparaison avec l'optique, on peut dire que l'antenne du transmetteur se comporte à la façon d'un grand fil incandescent qui rayonne tout autour de lui, et l'antenne du récepteur à la façon de l'objectif d'une lunette dont le cohéreur serait l'oculaire.

Syntonisation. — La période des oscillations développées dans le circuit transmetteur est

$$T = 2\pi\sqrt{LC},$$

L et C étant la self-induction et la capacité de ce circuit. Soient L′, C′ les mêmes éléments du circuit récepteur; les oscillations que ce circuit serait susceptible de produire, s'il était employé comme transmetteur, auraient pour période

$$T' = 2\pi\sqrt{L'C'}.$$

Les circuits transmetteur et récepteur sont dits *syntones* ou *synchrones* lorsque $T = T'$.

De même que dans les phénomènes acoustiques de résonance, il y aura résonance électrique entre le transmetteur et le récepteur, quand ces deux circuits seront syntones; les oscillations développées dans le récepteur sous l'influence des vibrations du milieu ambiant s'y produisent, dans ce cas, avec leur maximum d'amplitude, étant donnée la quantité d'énergie recueillie, et leurs effets sur le cohéreur seront également maximum.

En réalité, le phénomène n'est pas aussi simple : il se produit dans le circuit transmetteur, pendant les décharges du condensateur, une série d'oscillations de périodes différentes, par suite de la variation continue de la capacité et de la self-induction, due aux variations de l'étincelle oscillante qui jaillit entre les deux armatures pendant les décharges. Cependant, on peut admettre qu'il existe une

oscillation principale d'énergie maximum, se produisant au commencement de chacune des décharges, définie par

$$T = 2\pi\sqrt{LC},$$

L et C étant la self-induction et la capacité du circuit à l'état normal.

Grâce à la production des oscillations secondaires, le récepteur peut être actionné, même s'il n'est pas *syntonisé* avec le transmetteur. Mais cette action sera beaucoup moins énergique et, par suite, la distance possible de communication se trouvera considérablement réduite.

De même qu'il est possible d'accorder une corde vibrante avec une autre, c'est-à-dire de la rendre susceptible de donner le même son qu'elle, en modifiant sa longueur, sa tension, etc., on peut, en modifiant la capacité et la self-induction d'un circuit, le rendre syntone d'un autre circuit, en ne tenant compte que de l'oscillation principale. Il est donc possible, théoriquement, d'accorder un récepteur avec un transmetteur, ou inversement. De plus, il existe un grand nombre de solutions, puisqu'on peut agir sur deux variables, L et C.

Toutefois, il y a lieu de remarquer que l'impédance

$$\sqrt{R^2 + m^2 L^2},$$

qui agit sur l'amplitude des oscillations [1], à la façon de la résistance ohmique sur l'intensité dans le cas d'un courant continu, augmente très rapidement avec la valeur de L, par suite du nombre élevé d'alternances m. Il n'est donc pas possible d'augmenter L au delà de limites très restreintes et il est préférable d'agir sur la capacité pour effectuer la syntonisation.

Diverses études de la question furent faites par plusieurs physiciens. M. Tietz, entre autres, fit des expériences tendant à démontrer l'impossibilité d'obtenir la syntonisation entre deux circuits reliés à la terre.

---

1. Voir *Revue*, 1899, t. XVII, p. 517.

MM. Lodge et Muirhead prirent des brevets pour plusieurs dispositifs qui n'ont pas été soumis à des essais concluants. Enfin, M. Marconi paraît avoir trouvé une solution pratique qui sera décrite plus loin.

Rôle de l'antenne. — Le rôle du conducteur vertical est assez mal connu. On peut cependant admettre que l'influence des éléments électriques de l'antenne sur les vibrations produites permet d'obtenir une longueur d'onde suffisamment grande pour que les phénomènes de diffraction deviennent très sensibles et permettent la propagation du mouvement vibratoire d'un point à un autre, malgré l'interposition d'obstacles matériels assez élevés. En outre, l'amortissement des vibrations est beaucoup moins rapide qu'avec de courtes longueurs d'onde. Il est difficile d'avoir une appréciation exacte de cette longueur d'onde. M. Marconi l'évalue à quatre fois la hauteur de l'antenne.

Des essais de communication entrepris avec des antennes horizontales n'ayant donné que de mauvais résultats, il est certain que la verticalité de l'antenne est indispensable.

M. Marconi prétend que les vibrations produites sont alors polarisées dans un plan vertical et par suite soustraites en partie à l'action terrestre.

Emploi de réflecteurs. — L'emploi d'antennes verticales élevées présente, en outre de la difficulté et de la gêne de leur installation, l'inconvénient de laisser les ondes se propager dans toutes les directions et par suite de ne permettre de recueillir en un point donné qu'une très faible partie de l'énergie employée à la transmission. Il serait évidemment préférable d'employer des moyens permettant de concentrer les rayons électriques dans une direction donnée, comme on le fait en télégraphie optique pour les rayons lumineux. Mais aucune solution pratique n'a été trouvée jusqu'à ce jour.

M. Marconi a fait quelques essais en plaçant l'oscilla-

teur, muni de deux courtes antennes, dans l'axe focal d'un miroir parabolique en métal, orienté dans la direction d'un miroir analogue, dans l'axe focal duquel était placé un cohéreur muni également de deux courtes antennes (fig. 3).

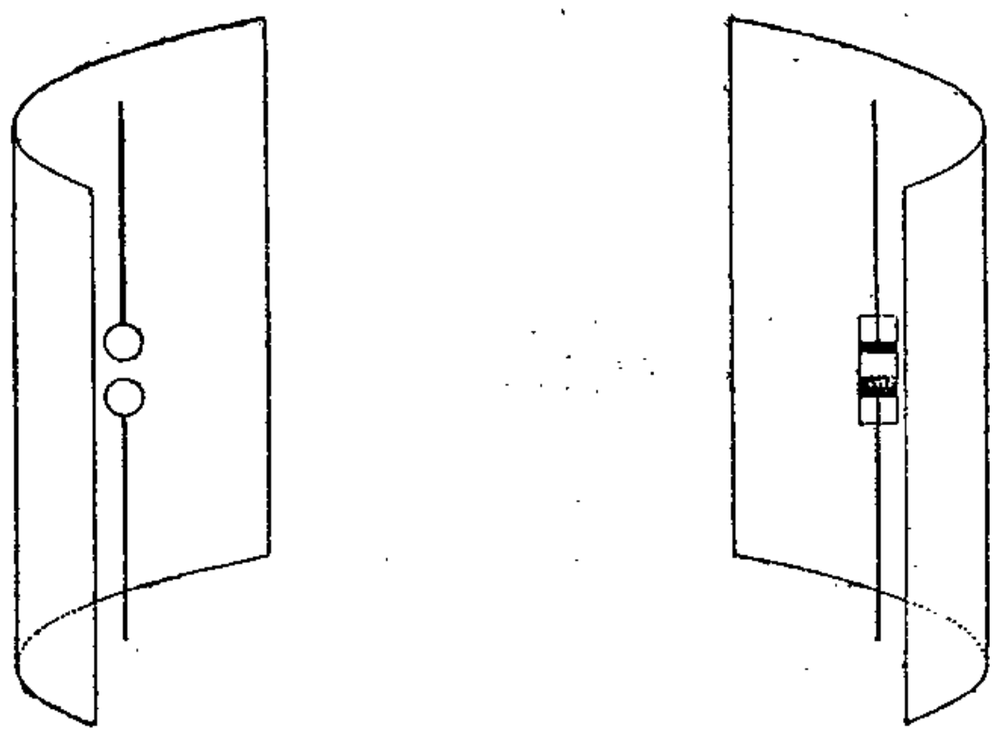


Fig. 3. — Réflecteurs.

La communication a pu être établie à une distance maximum de 4 km ; elle était rendue impossible par l'interposition du plus petit obstacle matériel.

HISTORIQUE

L'idée d'utiliser les propriétés des ondes électriques pour la transmission des signaux paraît appartenir au savant physicien anglais Lodge qui, dans une conférence faite en 1894, émit l'opinion que la présence d'ondes électriques, produites par la décharge d'un condensateur, pouvait être décelée, au moyen du tube de Branly, jusqu'à une distance d'un demi-mille de leur point de production. Mais aucune expérience ne fut tentée pour vérifier le fait.

Expériences de Popoff. — En 1895 et 1896, M. Popoff, professeur à l'École de marine de Cronstadt, communiqua à divers journaux scientifiques russes les résultats de recherches qu'il avait faites sur les propriétés des ondes électriques au moyen du tube de Branly.

Le dispositif qu'il employait [1] (fig. 4) se composait d'un cohéreur C, intercalé dans un circuit comprenant une pile

1. Voisenat, *Annales télégraphiques*, mars-avril 1898.

P, et un relais R ; un autre circuit, contenant une sonnerie S et le contact du relais, était placé en dérivation sur le premier aux bornes de la pile. Le marteau de la sonnerie était disposé de telle façon qu'il pût frapper le cohéreur à chacune de ses vibrations. L'inscription graphique était

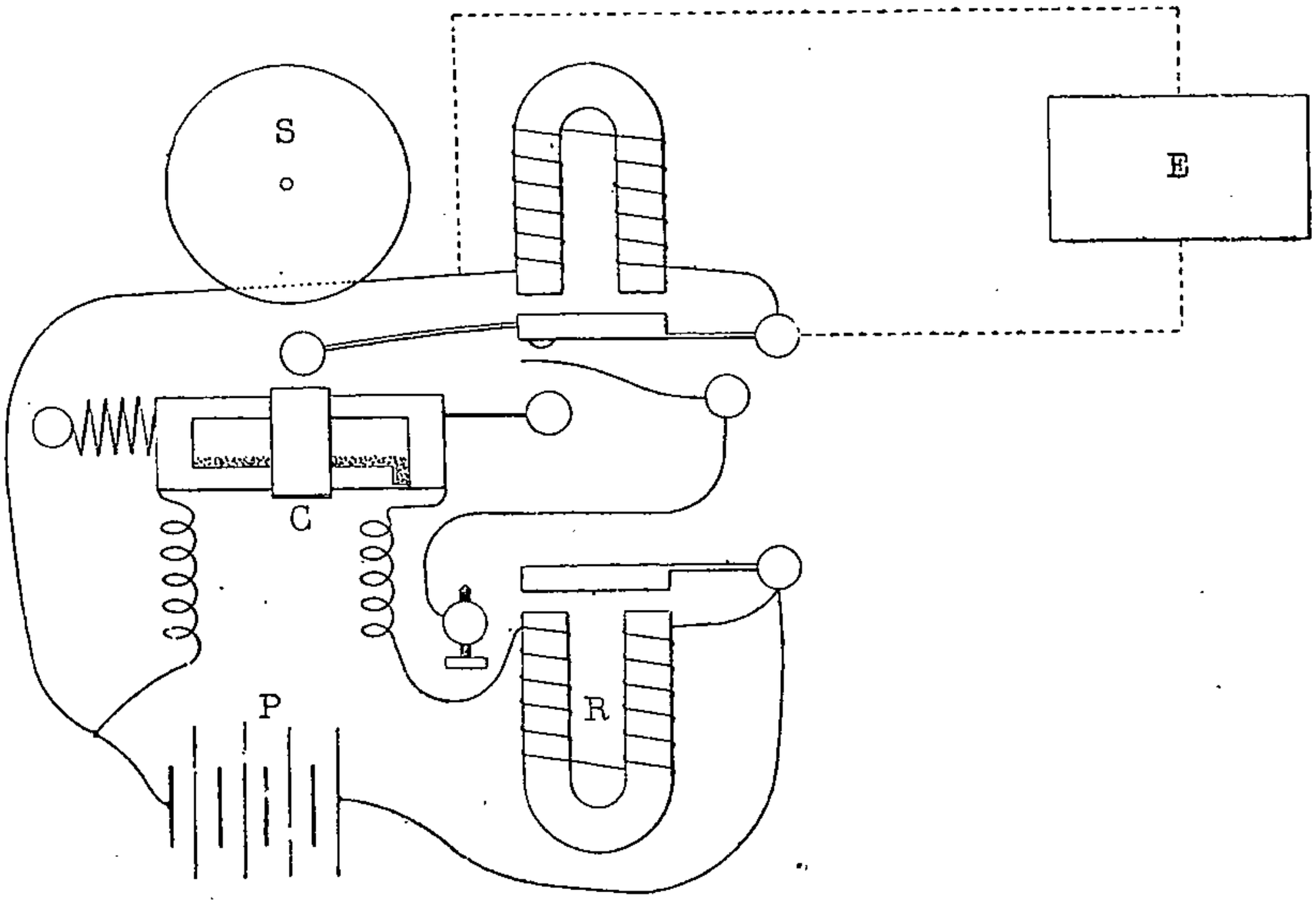


Fig. 4. — Dispositif des expériences de Popoff..
Légende. — C, cohéreur ; P, pile ; R, relais ; S, sonnerie ; E, enregistreur Richard.

obtenue par un enregistreur Richard E, monté en dérivation sur la sonnerie. Pour éviter les effets des étincelles de la sonnerie et du relais, le cohéreur était entouré d'une double enveloppe métallique dans laquelle était pratiquée une fente étroite permettant le passage des ondes à étudier. Sous l'action de ces ondes, le cohéreur était rendu conducteur et fermait le circuit des bobines du relais ; l'armature de celui-ci était alors attirée et fermait à son tour le circuit de la sonnerie et de l'enregistreur. Le marteau de la sonnerie, étant attiré, donnait un coup sur le timbre, puis sur le cohéreur qui cessait alors d'être conducteur ; le circuit des bobines du relais n'étant plus fermé, la palette du relais reprenait sa position normale

et ouvrait ainsi les circuits de la sonnerie et de l'enregistreur, et ainsi de suite, tant que durait la production d'ondes à proximité. Quand elle cessait, tous les organes du dispositif reprenaient la position de repos.

M. Popoff utilisa, tout d'abord, cette installation pour rechercher la présence des ondes électriques dans l'atmosphère. Il reliait, pour cela, une des électrodes du cohéreur soit à la tige d'un paratonnerre, soit à un fil de bronze maintenu verticalement le long d'un mât, l'autre électrode étant reliée à la terre.

Le même dispositif, que l'on retrouvera presque entièrement dans l'installation de Marconi et dans celles de tous les autres expérimentateurs, fut employé par le professeur russe à des essais de communication télégraphique. Les détails des expériences ne sont pas connus.

Vers la même époque, un autre Russe, M. Nasckevitch Jodko, fit, indépendamment de M. Popoff, des expériences analogues.

Expériences de Marconi. — En 1896, M. Marconi, alors étudiant à l'Université de Bologne et élève du professeur Righi, entreprit à son tour des essais de communication télégraphique par ondes hertziennes. Le dispositif qu'il employait à cette époque est semblable à celui qu'il utilise actuellement et qui est décrit plus loin. Toutefois, des perfectionnements de détail, mais d'une réelle importance, ont été progressivement apportés au dispositif Popoff par le jeune Italien. Certains d'entre eux ne sont qu'imparfaitement connus, mais il est certain qu'ils ont permis à leur inventeur d'obtenir des résultats bien supérieurs à ceux qu'ont pu réaliser les expérimentateurs de tous pays.

Les expériences les plus intéressantes furent les suivantes :

En juillet 1897, à la Spezzia, des navires de guerre italiens furent munis d'appareils Marconi et purent communiquer avec la côte jusqu'à une distance de 16 km avec des antennes de 22 et 34 m.

En août 1898, le yacht royal *Osborne* put correspondre avec une station de la côte anglaise à une distance de 13,5 km, malgré l'interposition d'une haute colline.

Vers la même époque, en Angleterre encore, on put établir une communication à 50 km au moyen d'antennes maintenues par des ballons captifs.

De mars à juin 1899, eurent lieu les expériences à travers la Manche, qui sont décrites plus loin, au cours desquelles on put obtenir une communication en mer à 52 km, avec 31 m et 37 m d'antennes.

Enfin, en juillet 1899, de nouvelles expériences furent faites en Angleterre, au moyen de ballons captifs et à bord de navires de guerre. Les résultats n'en sont pas connus.

Expériences diverses. — Les premières expériences de Marconi eurent un grand retentissement, et un grand nombre de physiciens de tous pays entreprirent des essais analogues.

M. Slaby, professeur à l'École supérieure technique de Charlottenbourg, put établir une communication à une distance de 21 km au moyen d'antennes soutenues par des ballons captifs militaires élevés à une hauteur de 300 m environ. Ces expériences ont été continuées, mais les résultats n'ont pas été rendus publics.

En 1898, M. Voisenat, ingénieur des télégraphes, obtint, dans les environs de Paris, une bonne communication à 10 km au moyen d'antennes de 40 m environ.

En 1898 et 1899, M. Blondel, ingénieur des ponts et chaussées, M. Tissot, lieutenant de vaisseau, M. Ducretet, ingénieur-constructeur, firent également, indépendamment les uns des autres, d'intéressantes expériences de télégraphie sans fil.

FERRIÉ,
Capitaine du génie.

(*A suivre.*)

ANALYSE ET EXTRAITS

DE LA

CORRESPONDANCE DE VAUBAN

(*Suite* [1].)

ANNÉE 1688.

« *En 1688, il fit sous les ordres de Monseigneur* [2] *les sièges de Philisbourg, Mannheim et Frankenthal, ce qui s'exécuta avec fort peu de perte de notre part. Monseigneur, étant très content de lui, lui fit présent de quatre pièces de canon à son choix pour mettre dans sa maison et d'un diamant de 1 000 louis et le Roi de 2 000. La même année, le Roi l'honora de la dignité de lieutenant général de ses armées* [3]. »

(Abrégé des services.)

29 février 1688. — Vauban au baron de Woerden. De Paris.

J'ai reçu, Monsieur, la belle et docte lettre que vous m'avez écrite du 25e de ce mois, par laquelle j'apprends la peine que vous avez de renoncer à la sollicitation en faveur de Madame de Messines et le sacrifice que vous m'en faites. De ma part, je vous promets de ne pas solliciter en faveur

1. Voir *Revue du génie*, 1897, t. XIII et XIV ; 1898, t. XV et XVI ; 1899, t. XVII, p. 53, 133, 207 et 329.

2. Le Dauphin, alors âgé de vingt-six ans, qui commandait l'armée d'Allemagne. Quand il partit, le Roi lui dit : « En vous envoyant commander mon armée, je vous donne occasion de faire connaître votre mérite ; allez le montrer à toute l'Europe, afin que, quand je viendrai à mourir, on ne s'aperçoive pas que le Roi soit mort. » (*Journal de Dangeau*, 22 septembre 1688.)

3. Le 24 août 1688.

du major et de laisser aller le cours de la justice. Et, entre nous, c'est ainsi qu'il en faut user ; car, quand il n'y aura point de faveur ni de part ni d'autre, si Madame de Messines a bon droit, elle gagnera infailliblement son procès, et cela d'une manière juste et exempte des iniquités et remords que doivent causer à tous les gens de bien le gain d'une mauvaise cause. Au reste je serais ravi (supposé que ce fût une chose qui se puisse accommoder) que vous voulussiez bien vous en mêler.

Comme votre lettre ne dit rien que de fort bien et de fort honnête, je l'envoie à M. de la Motte avec copie de celle-ci, afin qu'il sache de quelle manière vous en usez ; et aussi quels sont mes sentiments à l'égard de cette affaire pour laquelle jusqu'ici je n'ai pas fait un pas en sa faveur ni par moi ni par mes amis.

Je suis très assurément et de tout mon cœur, Monsieur, votre très humble et obéissant serviteur.

(Lettre déjà publiée.) VAUBAN.

---

16 JUIN 1688. — LOUVOIS A VAUBAN. — DE VERSAILLES.

Vous avez mandé au sieur Fastier qu'il serait à propos que les parements des embrasures des tours bastionnées de Besançon qui, suivant le devis, doivent être de pierre de taille dans toute l'épaisseur du mur, fussent de briques ou de tuf dans l'épaisseur du dedans pour éviter les éclats du canon ; sur quoi je suis obligé de vous dire qu'il ne convient point que vous écriviez aux ingénieurs pour les induire à avoir de pareils relâchements et que, quand il sera nécessaire de leur faire savoir quelque chose de cette nature, vous pouvez m'en avertir, et je leur apprendrai l'intention du Roi. A. G. $\frac{805}{216}$.

---

25 JUILLET 1688. — LOUVOIS A VAUBAN. — DE FORGES.

... Je ne me mêle point des affaires des bénéfices. Ainsi c'est au père de la Chaise qu'il faut que le chapelain de la

citadelle de Lille s'adresse pour obtenir du Roi le canonicat qu'il demande.

M^me^ la princesse d'Épinay fait fort sagement de ne point vouloir aller dans ladite citadelle tant que le sieur Ragot y sera détenu. A. G. $\frac{806}{417}$.

---

28 SEPTEMBRE 1688. — VAUBAN A LOUVOIS. — DE FORT-LOUIS.

... On a débuté[1] assez grossièrement avant-hier matin pour vouloir entrer dans Offembourg avec un détachement de 400 hommes qui, ayant marché toute la nuit et bien fait japper et hurler tous les chiens des villages où l'on passe, trouva les habitants sur leurs gardes et leurs portes fermées qu'on ne leur voulut pas ouvrir, ce qui l'obligea à s'en revenir sans avoir fait autre chose que de fournir matière aux gazettes de faire de beaux discours. Je suis le plus trompé du monde si le marquis d'Huxelles ne réussit de même à Spire et à Neustadt. Toutes les villes de ces pays-ci qui sont fermées ont leurs murailles bien entretenues et rarement y en a-t-il dont la clôture ne soit double. C'est pourquoi il ne faut jamais s'y présenter sans canon et sans être en état de les forcer ; c'est s'abuser que de penser d'en venir à bout autrement.

A. G. $\frac{830}{99}$.

---

9 OCTOBRE 1688. — VAUBAN A LOUVOIS. — DE PHILISBOURG[2].

... Depuis la dernière que je me suis donné l'honneur de vous écrire, Monseigneur, il ne s'est passé rien de con-

---

1. Le 25 septembre, Louis XIV avait publié un manifeste relatif aux revendications des puissances protestantes liguées contre lui depuis la Révocation de l'Édit de Nantes. Le même jour, il prit l'offensive en faisant franchir le Rhin sur plusieurs points par différents corps de troupes dont l'un éprouva l'échec signalé par Vauban.

2. L'investissement de Philisbourg avait eu lieu par surprise dans la soirée du 27 septembre par un détachement sous les ordres du baron de Montclar. Le maréchal de Duras, qui avait le commandement de l'armée, n'arriva que

sidérable si ce n'est que les ennemis, ayant enfin monté leur canon sur le rempart et ouvert quantité d'embrasures de toutes parts, font présentement grand feu sur les tranchées du haut et bas Rhin, mais sans autre effet considérable que de nous avoir tué le pauvre La Londe et Pigeon d'un même coup ; c'est grand dommage du premier ; pour l'autre, c'était une espèce de fou qui s'étant découvert mal à propos et sans nécessité a causé la mort de l'autre. Le même jour, Dubosc, qui était celui qui devait relever La Londe, prit la peine de se laisser tomber en venant de la tranchée et se démit le pied. Un autre, nommé Saint-Ouen, a eu un coup de mousquet, cette nuit, à l'attaque du haut Rhin et les sieurs de la Cour, Franclieu et Tangy n'ont pas encore joint. En voilà donc sept qui nous manquent dont quatre hors de service et les trois autres ne sont pas arrivés.....

Je mènerai ce soir Monseigneur reconnaître la grande attaque (non, ce sera demain, il l'a voulu ainsi depuis cette lettre commencée). Je lui ai fait préparer pour cela une manière de chemin qui ressemble fort à une tranchée. Il m'a déjà demandé plusieurs fois à visiter l'attaque du bas Rhin qui est près de son quartier. Je l'y mènerai encore demain ; mais, comme elle a été faite dans le temps de notre

---

le 29. Louvois lui avait écrit, le 17 septembre : « Sa Majesté s'attend que vous suiviez entièrement les avis de M. de Vauban pour la conduite des tranchées et ce qui regarde le détail des attaques. Comme vous connaissez son expérience et sa capacité, l'intention de Sa Majesté est que vous empêchiez qu'il ne soit contredit. »

On attendit, pour ouvrir la tranchée, Mgr le Dauphin, qui arriva, le 6 octobre, accompagné d'une quarantaine de jeunes volontaires, qui voulaient tout voir et, par leur imprudence, gênaient le service ; Vauban s'en plaint dans sa lettre du 13 octobre.

Le marquis de Courtenvaux, fils aîné de Louvois, vint aussi à l'armée pour s'y instruire sous la direction de Vauban, qui, le 4 octobre, écrivait à son père : « Je ferai, Monseigneur, pour le marquis de Courtenvaux, ce que M. de Saint-Pouenge m'a dit de votre part avec joie et beaucoup de plaisir; c'est chose que de lui-même il m'avait demandé et que je lui avais promise. »

M. de Saint-Pouenge était alors le directeur de l'administration militaire et des subsistances.

indigence et qu'elle est par conséquent mauvaise et de plus fort canonnée, je m'en suis excusé sur ce qu'il y avait de la boue jusqu'à mi-jambe ; car, pour le canon, ce ne serait pas une raison bonne à lui dire ; il en a déjà passé assez près de lui et je puis vous assurer qu'il ne s'en met pas en peine, car dans le temps qu'il était allé voir le pont, on lui tira trois coups de canon qui passèrent fort près de lui et qui firent baisser la tête à bien des gens, sans qu'il fit seulement semblant de s'en être aperçu, et, soit affectation ou autrement, il acheva de dire ce qu'il voulut, après quoi il passa outre et s'en alla au pas.....

M. le marquis de Courtenvaux descendit hier au soir la tranchée où il avait commandé seul ; je lui ai l'obligation de m'avoir fait faire une très belle place d'armes dont j'ai rendu compte aujourd'hui à Monseigneur.

Ayez, s'il vous plaît, la bonté de faire donner la compagnie de Pigeon à Laberrie, neveu du bonhomme de Morillon, lieutenant du Roi de la citadelle de Lille. Il est lieutenant d'infanterie depuis douze ans et ingénieur depuis dix, et je puis vous assurer, très joli garçon.

A. G. $\frac{831}{60}$.

---

10 octobre 1688. — Louvois a Vauban. — De Fontainebleau.

... J'ai reçu votre lettre du 4 de ce mois, avec le plan qui y était joint. Le Roi a vu avec plaisir combien promptement le fort d'en deçà de Philisbourg a été abandonné, ce qui lui donne une très médiocre idée de la force de la garnison et de la capacité de M. de Staremberg [1], quelque soin que vous preniez de justifier ce qu'il a fait.

Sa Majesté n'est pas satisfaite que vous ayez permis que Tarrade et Plotot aient monté la tranchée, parce qu'Elle ne veut pas que vous vous serviez d'ingénieurs qu'Elle n'a

1. Gouverneur de Philisbourg et général d'artillerie dans l'armée impériale.

pas nommés, et encore moins que vous vous exposiez à faire estropier un homme qui conduit tous les ouvrages d'une province comme l'Alsace. Elle désire donc qu'aussitôt cette lettre reçue, vous les renvoyez et ne souffrez pas qu'ils remettent le pied dans le camp.

A. G. $\frac{810}{309}$.

---

13 OCTOBRE 1688. — VAUBAN A LOUVOIS. — DE PHILISBOURG.

Toutes les mesures étant prises pour l'ouverture de la tranchée la nuit du 10 au 11, Monseigneur fut reconnaître, le 10 au matin, les attaques, lui douzième ou quinzième ; il mit pied à terre sur les lieux, vit la place tout à son aise, deux heures durant, et conféra plusieurs fois les découvertes avec le plan ; et après s'être pleinement satisfait, nous revînmes au camp d'où, sans mettre pied à terre, il voulut aller voir l'attaque du bas Rhin, où M. le Duc et M. le prince de Conty étaient en garde.

Ayant mis pied à terre à la queue de la tranchée, je lui fis mon compliment, car c'était la première fois qu'il y allait ; après quoi je me mis devant lui et le menai tout du long, lui me questionnant à chaque pli de la tranchée, et me demandant raison sur tous les retours, crochets et places d'armes qu'il trouva en son chemin ; je lui dis tout ce que j'en savais, et les raisons que l'on avait de les avoir fait ainsi.

Nous marchâmes jusqu'à la tête du travail des autres nuits, où, faisant scrupule de le lancer plus loin, je le priai de demeurer là ; mais il m'eut bientôt tiré d'affaire, pour me dire qu'il voulait tout voir.

Je le menai donc voir celui de la nuit précédente, quoique le travail ne fût pas encore en état, et lui fis voir le chemin couvert où les ennemis étaient à 60 pas de lui.

Non content de cela, il fallut accommoder un endroit par où il pût regarder par-dessus la tranchée à son aise. Je lui en fis un, et il s'éleva, moi le tenant par le pan de

son justaucorps pour le retirer quand il en serait temps. Cela fait, et après s'être instruit sur ce qu'il voulut savoir, il s'en retourna, content et satisfait, la taille aussi belle comme il y était entrë, sans s'être haussé ni baissé, ni avoir hâté son pas d'une façon plus que d'autre, ni même s'être plaint de lassitude, quoiqu'il eût assurément fait plus d'une demi-lieue à pied avec de fort grosses bottes.

Au reste, il ne faut pas croire que cette tranchée fût sans danger, car les ennemis y canonnaient et y canonnent encore avec 5 ou 6 pièces, avec lesquelles de dix coups ils en donnent huit dans la tranchée. Je n'avais pas même trop d'envie de l'y mener ; mais il y voulut aller, et il n'y eut plus moyen de le retenir.....

Monseigneur, après avoir vu tracer près de la moitié du travail[1], s'en retourna enfin à l'instante prière que je lui fis, et nous emmena quantité d'incommodes dont, Dieu merci, nous fûmes débarrassés, car c'est une nation bien fréquente en ce pays.....

Monseigneur, qui est affriandé à la tranchée, y veut toujours retourner, mais je l'en ai empêché à force de lui dire qu'on y enfonce dans la boue jusqu'aux genoux, comme il est vrai ; je serai contraint de la faire paver d'un bout à l'autre avec un double rang de fascines, après quoi il faut faire état d'y mettre des travailleurs pour rehausser le parapet. A. G. $\frac{831}{90}$.

---

17 OCTOBRE 1688. — VAUBAN A LOUVOIS. — DEVANT PHILISBOURG.

... Les pièces de Keller, de Brisach ne valent rien et se rompent comme poterie de terre ; après cela, je me rapporte à vous-même si j'ai raison ou non d'avoir mandé 8 pièces de canon de plus et vous devriez bien vous souvenir qu'à Luxembourg il y avait 21 pièces qui à la fin du siège n'étaient plus en état de tirer un coup. Or, ce front-ci est différent de celui de Luxembourg comme du

1. L'ouverture de la tranchée.

jour à la nuit, n'en déplaise à ceux qui se mêlent d'en juger autrement.

Nous avons ici trois cruels ennemis à combattre : la saison, qui en deux ou trois heures de pluie nous met dans la boue jusqu'au ventre ; la difficulté des accès, qui se réduisent, pour ainsi dire, à un point près de la place, et la perpétuité des marais, qui ne laissent aucun choix pour les attaques et qui ne permettent pas de rien embrasser. D'ailleurs le gouverneur est un homme qui ne fait point de fautes, qui ne cède rien qu'on ne l'en chasse, et, quoiqu'il n'ait pas plus de 1 500 ou 1 600 hommes en état de combattre, il garde tout et je crois bien qu'il ne cédera qu'à la force.....

A. G. $\frac{826}{15}$.

---

28 OCTOBRE 1688. — VAUBAN A LOUVOIS. — DEVANT PHILISBOURG.

Je prends la liberté de vous faire celle-ci, Monseigneur, le cœur plein d'angoisses et de chagrin du peu de progrès que nous avons faits jusqu'à présent. Il semble que tous les éléments soient conjurés contre nous, puisque la terre nous manque partout, que l'eau nous persécute et que le feu nous foudroie incessamment. Joignez à cela l'excellence de la fortification à qui nous avons à faire, dont le seul front attaquable est effroyable et des assiégés qui n'en négligent pas la moindre petite propriété, car il n'est pas concevable combien ils se servent bien de leur canon et l'horrible quantité de coups qu'ils en tirent. Enfin, tout ce que l'on fait devant eux qui en peut être battu ne manque pas de l'être à point nommé ; il est tellement supérieur au nôtre qu'ils ont démonté et blessé plusieurs pièces sans qu'il en soit disparu aucune des leurs, quelque effort que fassent les bombes, quelque application que l'on se donne pour les démonter. Franchement leurs canonniers traitent les nôtres de maître à valet ; d'ailleurs ils ne quittent rien qu'à la force et ne donnent dans aucun panneau.....

Au reste je suis persuadé, par les manœuvres que je vois faire au gouverneur de cette place, que nous n'en deviendrons les maîtres qu'avec beaucoup de patience et d'opiniâtreté de notre part et que, de la sienne, il ne se rendra qu'à force de faiblesse et de lassitude.....

J'ai déjà beaucoup d'ingénieurs blessés et ceux qui me restent sont fort fatigués et en très petit nombre, car hors Lalande, Diftot et Dupuy, je ne peux compter sur les autres que comme sur de fort braves gens qui s'exposent tant que l'on veut, mais qui n'en savent guère davantage.

Du surplus, je me réjouis du progrès de M. de Boufflers, et notamment de la réduction de Mayence à l'obéissance de Sa Majesté. Si, par une bonne négociation avec M. de Trèves, vous en pouvez faire autant d'Hennestein et Coblentz, je ne doute pas que cela n'obligeât l'Empereur à faire la paix, laquelle je souhaite à des conditions si raisonnables de part et d'autre qu'elle pourra être de longue durée. A. G. $\frac{831}{137}$.

---

24 OCTOBRE 1688. — LOUVOIS A VAUBAN. — DE FONTAINEBLEAU.

Je comprends bien qu'il ne vous est pas aisé tous les jours de m'écrire de grandes lettres, quoique cela fût fort à désirer pour la satisfaction de Sa Majesté. Mais vous pouvez au moins envoyer des bouts de plans qui la contenteraient fort, et comme les ingénieurs qui servent sous vous en envoient ici à tout le monde, je ne vous cèle pas que je suis un peu honteux de n'en avoir point à faire voir à Sa Majesté. A. G. $\frac{282}{811}$.

---

29 OCTOBRE 1688. — VAUBAN A LOUVOIS. — AU CAMP DEVANT PHILISBOURG.

J'eus hier l'honneur de vous mander, Monseigneur, que dans peu vous auriez de bonnes nouvelles. Je vous tiens parole, puisque je vous puis assurer qu'on s'est logé, la

nuit dernière, sur les angles saillants du chemin couvert opposé aux grandes attaques et qu'aujourd'hui la couronne a été prise en plein midi, avec si peu de perte que je ne crois pas qu'il y ait eu 15 hommes tués ou blessés, tant la scène a été peu sanglante. Les Allemands s'en sont trouvés si étourdis qu'une heure après ils ont battu la chamade à l'attaque du Rhin, et de l'heure qu'il est, le major de la place avec deux otages est chez Monseigneur.

Je laisse à d'autres le soin de vous dire les particularités de cette action parce que j'y ai trop peu de part pour en parler honnêtement ; les troupes y ont parfaitement bien fait leur devoir, notamment les régiments du Roi et d'Anjou. J'ai à me louer de tout le monde en cette rencontre et à ne me plaindre de personne.

Je ne sais si les assiégés feront de grosses propositions à Monseigneur ; mais je sais parfaitement le chemin de la place et je ne pense pas que je l'oublie d'ici demain matin.

Le pauvre chevalier Denonville m'a fort recommandé en mourant sa famille, et notamment de vous supplier de retirer son aîné du Canada et de faire donner le commandement de la ville de Metz à son frère le cadet.

Après cela, si le Roi ne voulait pas le gratifier, ayez la bonté de vous souvenir de M. de Lalande, qui est l'un de nos meilleurs hommes de tranchée et qui sert parfaitement bien. C'est assurément celui de tous qui le mérite autant bien et qui cependant meurt de faim avec sa petite lieutenance de Roi à Hombourg.

Dubosc et Le Gantail ont été tous deux blessés à l'attaque de la couronne, l'un à la tête et l'autre au corps ; mais j'espère qu'ils en guériront.

(Extrait des *Mémoires de Catinat*, t. I, p. 325.)

29 OCTOBRE 1688. — LOUVOIS A VAUBAN. — DE FONTAINEBLEAU.

Le Roi a vu avec plaisir par votre lettre du 23 de ce mois que vous commencez à être un peu plus content que par le passé de l'avancement du siège de Philisbourg. Sa Majesté s'attend d'en apprendre bientôt des nouvelles encore plus satisfaisantes, et je souhaite de tout mon cœur en mon particulier que vous en reveniez en bonne santé. Le Roi vous défend d'entrer dans les tranchées au siège de Mannheim sous peine de disgrâce.

A. G. $\frac{811}{464}$.

---

2 NOVEMBRE 1688. — LOUVOIS A VAUBAN. — DE FONTAINEBLEAU.

La nouvelle que nous eûmes hier que M. de Staremberg avait demandé à capituler, rend inutiles les réponses que je pourrais faire à votre lettre du 25 du mois passé par laquelle il me paraît qu'on n'avait pas rendu de bons offices à M. de la Feuillade auprès de vous ; sur quoi je suis obligé de vous dire que je n'avais pas ouï parler qu'il eût tenu un pareil discours, duquel je ne me serais point fâché si j'avais été à votre place, puisque je vous assure qu'il n'est tombé dans l'esprit de personne que Philisbourg pût être pris en sept jours, pas même à ceux qui ne savaient pas la grande réparation que M. de Staremberg avait faite du côté de la grande attaque. Je me réjouis avec vous de tout mon cœur de la fin de ce siège, et vous répète ce que je vous ai mandé avant-hier, par commandement exprès du Roi, qui est que Sa Majesté vous défend de mettre le pied à la tranchée, ni à Mannheim, ni à Frankenthal et qu'elle vous permet seulement de proposer à Monseigneur ce qu'il faudra que vos subalternes fassent, sans que vous approchiez des tranchées pour quelque raison que ce puisse être.....

A. G. $\frac{812}{45}$.

3 NOVEMBRE 1688. — LE ROI A VAUBAN. — DE FONTAINEBLEAU.

Vous savés il y a longtemps ce que je pense de vous et la confiance que j'ai en vostre savoir et en vostre affection, croiés que je n'oublie pas les services que vous me rendés et que ce que vous avés fait à Philisbourg m'est fort agréable.

Si vous estes aussi content de mon fils qu'il l'est de vous je vous croy fort bien ensemble, car il me paroist qu'il vous connoist et qu'il vous estime autant que moy.

Je ne saurois finir sans vous commender absolument de vous conserver absolument pour le bien de mon service.

LOUIS.

(*Lettre autographe. — Archives du château d'Aunoy.*)

---

6 NOVEMBRE 1688. — VAUBAN A LOUVOIS. — AU CAMP DEVANT MANNHEIM [1].

A l'égard de ma destination pendant cet hiver, le Roi ne me saurait faire un plus grand plaisir que de me permettre d'aller passer deux mois de temps chez moi dans ma pauvre famille, et ce, d'autant plus que depuis trois ans je n'y ai été que deux fois ; encore en a-t-il fallu partir 15 jours après, sans jamais avoir eu le temps de faire pour cinq sols d'affaires. Je vous supplie donc d'avoir la bonté de m'obtenir congé pour cela, la saison est peu propre pour séjourner

---

1. Avant de passer au siège de Mannheim, Vauban avait fait celui de Philisbourg ; on trouve dans les *Mémoires de Catinat*, t. I, p. 283-341, plusieurs lettres de lui à Louvois, datées de cette place, et une, entre autres, du 23 octobre, où il parle des pertes faites dans le petit corps des ingénieurs. Dans une lettre suivante, il dit : « Il y a neuf ingénieurs de tués, parmi lesquels il y en a trois ou quatre qu'on ne saurait remplacer, et quinze de blessés. On peut dire que ce sont les martyrs de l'infanterie. » Quand le siège de Mannheim commença, Vauban reçut une défense expresse, sous peine de disgrâce, de s'exposer dans la tranchée. (*Catinat*, t. I, p. 337 ; *Dictionnaire critique*, p. 1230.)

dans un aussi mauvais pays comme le mien, mais j'aime beaucoup mieux y être dans le cœur des plus cruels hivers que de n'y point aller du tout.

Ce pauvre M. d'Esperoux sera-t-il toujours lieutenant de Roi de Brisach, et sera-t-il dit, Monseigneur, que l'un des meilleurs officiers du royaume croupisse et use toute sa vie à ne rien faire[1]?

Sans m'ingérer à vouloir rendre office d'ami, je puis vous dire, Monseigneur, qu'il n'y point d'homme dans le royaume qui fût plus capable d'occuper la lieutenance de Roi de Landau ou de Philisbourg que celui-là[2]; je vous nommerais bien aussi de fort bons majors s'il en était question, mais sans doute que le Roi y aura pourvu.

P.-S. — Depuis cette lettre écrite, j'ai été chez Monseigneur, où j'ai ouï lire une lettre de M. de Boufflers à M. de Duras, par laquelle il lui mande que les dragons de Barbezieux ont pris un ouvrage à cornes à la tête du pont de Moselle à Coblentz, et que de là il va faire bombarder ledit Coblentz. L'action qui le rend maître de cet ouvrage à cornes est de vigueur et digne de la valeur française; mais à quoi sera-t-il bon, quelle utilité le Roi recevra-t-il de cette bombarderie et combien lui a-t-elle fait prendre de places jusqu'à présent? Ne vaudrait-il pas mieux ménager nos bombes que de les aller prodiguer à des expéditions inutiles qui ne produisent rien, pendant qu'on nous les plaint aux sièges et que je suis à toute heure obligé de défendre aux bombardiers de tirer, de la peur que j'ai d'en manquer. N'eût-il pas mieux valu ménager le temps de la négociation et, en se servant de termes plus humains pour expliquer les intentions du Roi, leur montrer les escadrons français au delà du Rhin, que de s'amuser à récriminer

---

1. Cet officier fut fait gouverneur de la petite localité de Kirn, au sud-ouest de Kreuznach, et mourut en 1724, étant gouverneur de Thionville.

2. L'éditeur des *Mémoires de Catinat* a donné (t. I, p. 339-340) deux réponses de Louvois à cette lettre et à celle que Vauban écrivit quatre jours plus tard, le 10.

après qu'on a manqué l'heure du berger, ce qui peut donner moyen à quelque corps de cavalerie allemande de nous tomber sur les bras pendant que nous serons occupés au siège de Mannheim...

J'ai gagné la gageure de 40 louis que j'avais faite contre M. le président Boisot au sujet de la plénitude des puits à 30 pieds de haut en quinze jours de temps, lui ayant parié pour les 30 pieds en quinze jours à commencer du 1er octobre, et moi, au contraire, je ne l'ai gagné que de 6 pouces.

A. G. $\frac{227}{29}$.

---

10 NOVEMBRE 1688. — VAUBAN A LOUVOIS. — AU CAMP DEVANT MANNHEIM.

Pour la journée d'aujourd'hui, si c'étaient des Français, j'en attendrais une sortie dès le matin, mais comme la grande bravoure des Allemands ne se fait bien sentir qu'après midi, cela fait que je ne les appréhende pas, parce que la tranchée sera fort bien en état et que nous aurons dîné aussi bien qu'eux. Ce sont au fond de fort bonnes gens, car pendant que nous leur coupions cette nuit tout doucement la gorge du côté de la citadelle, ce n'était de leur part que fanfares et trompettes, timbales et hautbois du côté de l'attaque. Il n'y a point de menuets ni d'airs de nos opéras qu'ils n'aient fort bien joués, et cela a duré tout autant qu'ils ont trouvé le vin bon, c'est-à-dire toute la nuit.

Présentement, soit qu'ils se donnent le loisir de cuver leur vin, ou qu'ils se soient aperçus de la supercherie qu'on leur a faite du côté de la citadelle, il me paraît qu'ils sont un peu rentrés en eux-mêmes, du moins le feu de la ville a fort baissé depuis quelque temps. Nous verrons comment et combien ils soutiendront cela.

A. G. $\frac{827}{54}$.

---

18 NOVEMBRE 1688. — ORDRE DE MONSEIGNEUR LE DAUPHIN.

Ordonnons au sieur marquis de la Frézelière, lieutenant-général des armées du Roi, notre très honoré seigneur et père, et commandant l'artillerie de cette armée, de remettre incessamment au sieur de Vauban, aussi lieutenant-général des armées du Roi, notre dit très honoré seigneur et père, et surintendant général des fortifications de France, quatre pièces de canon, à son choix du calibre, à prendre dans les arsenaux de Mannheim, de Heidelberg ou de Philisbourg, lesquelles pièces de canon nous lui accordons pour lui marquer l'estime particulière que nous faisons de son mérite singulier et la satisfaction que nous avons des signalés services qu'il a rendus au Roi, notre dit très honoré seigneur et père, pendant cette campagne, dans l'armée qui était sous nos ordres en Allemagne.

Fait double au camp devant Frankenthal le 18 novembre 1688.

Signé : LOUIS.

A. G. Ms. 817. *Registre des dépêches.*

---

12 NOVEMBRE 1688. — VAUBAN A LOUVOIS. — AU CAMP DEVANT MANNHEIM.

Le gouverneur ne s'est point rendu en lâche, ni pour avoir été trop pressé ; ce sont les soldats de la garnison qui l'y ont forcé, et qui lui présentèrent vingt bouts de fusils dans le ventre, le menaçant de le tuer s'il ne se rendait. Il y en eut même deux qui le prirent à la gorge dans la demi-lune de l'attaque. On s'aperçut de la reddition de nos tranchées, car Diflot, après un grand bruit sourd, entendit une voix qui dit distinctement : « M. Dieu, à la santé du Roi. »

Depuis la capitulation signée, ces mêmes soldats à qui

il est dû dix-sept mois de paie ont encore voulu tuer le gouverneur, si bien qu'il a été obligé de demander une garde au régiment de Picardie pour sa sûreté ; tout est parti présentement et Dieu les conduise.

Monseigneur ayant eu la bonté de me faire présent de quatre petites pièces de régiment qui se sont trouvées du calibre de deux livres de balles, j'ai cru devoir vous en donner avis afin d'avoir l'approbation du Roi, sans quoi je n'y toucherai pas ; mais s'il a la bonté d'agréer qu'un homme qui a aidé à lui en faire gagner plus de deux mille en puisse tenir quelques-unes de sa libéralité, pour marquer aux siens et à la postérité que ses services lui ont été agréables, je vous supplie de garder ces quatre pièces avec tout leur attirail et de vouloir bien ordonner à Ballard, de Brisach, de m'en faire faire quatre en échange de celles-là, de 300 ou 400 livres pesant chacune, aux armes du Roi, avec les miennes en dessous et une inscription portant qu'elles m'ont été données pour récompense de mes services ; elles ne serviront qu'à solenniser la santé de mes bienfaiteurs et à tirer le jour du Saint-Sacrement pendant la procession [1].

A. G. $\frac{82.7}{79}$.

---

14 NOVEMBRE 1688. — VAUBAN A LOUVOIS. — AU CAMP DEVANT MANNHEIM.

Je suis obligé de vous dire que le petit Renau et Cormaillon [2] ont très bien servi à ces sièges ici. Le premier

---

1. Louvois accéda à ce désir; les quatre pièces demandées furent fondues et ornèrent la terrasse du château de Bazoches, résidence de Vauban en Nivernais, jusqu'en 1779, époque où elles furent transportées à Tours, ainsi que le portrait du maréchal par Rigaud, dans l'hôtel du comte de Beaumont, l'un des héritiers de Mlle d'Ussé, petite-fille de Vauban.

2 Le premier de ces deux ingénieurs, Bernard Renau d'Eliçagaray (1652-1719), avait été élevé chez Colbert de Terron, l'intendant de la marine à Rochefort, qui passait pour son père et qui le fit entrer, en 1679, dans la maison du comte de Vermandois, alors amiral de France. Dès 1680, il s'était fait remarquer par l'invention d'une machine pour

ne vous fait rien, parce qu'il n'est pas de votre département, mais je suis sûr qu'il en saura plus, lui seul, que tous ceux du département de M. de Seignelay ensemble.

Pour Cormaillon, c'est un jeune homme plein de feu et de valeur, qu'il faudrait attacher, s'il était possible, par une compagnie dans le régiment du Roi. Il est proche parent de Larray et de l'abbé de la Victoire [1], et fils d'un des plus braves et honnêtes hommes de France. Il était major en Danemark quand il est venu me trouver et fort bien traité du roi de ce pays-là ; je ne crois pas qu'on lui puisse donner moins qu'il n'avait. Le désir passionné de son père et de lui serait d'avoir un des petits régiments faits en dernier lieu ; mais je le trouve bien jeune et j'ai peine à

---

tracer les gabarits des vaisseaux et par la construction des galiotes à bombes qui servirent peu après devant Alger et devant Gênes. C'est pendant les campagnes du Rhin, en 1688 et 1689, qu'il rédigea et fit paraître sa *Théorie de la manœuvre des vaisseaux*, et on le mit, en 1691, à la tête d'une sorte d'école de marine avec le grade de capitaine de vaisseau et ingénieur des constructions navales. Vauban eut d'autant plus de mérite à faire apprécier ses talents et ses services, que le ministre Pontchartrain ne les connaissait pas ou affectait de le suspecter comme une créature de Seignelay. Plus tard, sous la Régence, fait membre du conseil de marine et grand-croix de Saint-Louis, il provoqua et conduisit un essai de réforme de l'impôt. Voir son éloge, comme membre honoraire de l'Académie des sciences, par Fontenelle, et les articles que lui ont consacrés Voltaire, Moreri, Saint-Simon, Eugène Sue et Jal.— Louis de Damas, comte de Cormaillon, quoique n'ayant pas plus de vingt-deux à vingt-trois ans, avait déjà servi en Hongrie comme capitaine d'infanterie et avait été blessé au siège de Bude le 13 juillet 1686 ; puis, de retour en France, s'était entièrement attaché à Vauban pour faire le métier d'ingénieur. Il se fit prendre, pendant la campagne suivante, en voulant se jeter dans Mayence, mais reçut un régiment d'infanterie après la capitulation, et épousa, au mois de mars suivant, la très riche veuve du président Barentin. En 1691, ce fut lui qui pénétra le premier dans l'ouvrage à cornes de Mons, et il périt l'année suivante devant Namur, 10 juin 1692. Saint-Simon, qui était à ce siège, dit : « On n'y perdit personne de remarque que Cormaillon, jeune ingénieur de grande espérance et d'ailleurs bon officier, que Vauban regretta fort. » Une épigramme faite sur son mariage prétend que c'était un fou et un médiocre ingénieur, quoiqu'on le considérât comme un foudre de guerre.

1. Lenet, marquis de Larray, maréchal de camp, fut nommé peu après au commandement de la province du Dauphiné. Lenet, abbé de la Victoire, près Chantilly, depuis 1677, mourut en septembre 1692. Frère de l'auteur des *Mémoires de Lenet*, il était aussi un commensal de la maison de Condé et avait fort servi Monsieur le Prince en Espagne.

croire qu'il ait les reins assez forts pour en pouvoir soutenir la dépense. D'ailleurs je vois si peu de raisons de donner la conduite des corps qui doivent être considérés comme le bouclier et l'épée de l'État à des jeunes gens qui auraient encore besoin d'être conduits eux-mêmes dix ans durant, que je ne puis me résoudre à faire une demande de cette nature.

Le chevalier de Chamilly [1] est encore un fort brave garçon qui a bien servi ; il est jeune, mais il a l'esprit fait comme un homme de quarante ans, et n'est pas indigne des grâces que le Roi voudra bien lui faire ; d'ailleurs son oncle, gouverneur de Strasbourg [2], a de l'amitié pour lui, et je le crois fort disposé à lui aider.

Je sais bien, Monseigneur, que vous vous passeriez bien de tous les discours que je vous fais en faveur de ces messieurs, et je vous en demande pardon ; mais quand on expose d'honnêtes gens à se faire tuer autant que je le fais, on doit du moins rendre témoignage de leur mérite et de leur bon cœur.

Il y a encore ici un nommé Catelan, qui a servi à tous les sièges qui se sont faits depuis Besançon, qui a été blessé je ne sais combien de fois et qui n'a rien du Roi qu'une compagnie d'infanterie qu'il y a douze ans qu'il garde. Il me persécute pour que je demande la majorité de Mannheim ou de Frankenthal pour lui, ne sachant pas que ces places doivent être rasées, ou du moins le devraient être. Pour moi, qui lui souhaite un bien plus solide, je vous prie, au nom de Dieu, de vouloir bien lui accorder une commanderie de Saint-Lazare ; vous n'aurez pas de peine à accorder cette grâce à de pauvres ingénieurs, quand vous voudrez bien vous souvenir que ces deux derniers

---

1. François Bouton, né en 1669, frère cadet de l'ambassadeur, reçut un régiment d'infanterie en 1689, fut fait brigadier d'infanterie en janvier 1702, mais mourut la même année des blessures qu'il reçut au combat de Friedlingen.

2. Le futur maréchal de France.

sièges ont mis la moitié et plus de ce petit troupeau sur le côté [1].

A. G. $\frac{827}{96}$.

---

18 NOVEMBRE 1688. — VAUBAN A LOUVOIS. — AU CAMP DEVANT FRANKENTHAL.

Les ennemis m'ont trompé aussi bien ici qu'à Mannheim, et sans se soucier d'être déshonorés, ils se sont rendus après trente-huit heures d'attaque, sans me donner le loisir d'achever la batterie que j'avais destinée à de grandes exécutions. C'est quoi je sais très mauvais gré à ces coquins-là, car enfin voilà je ne sais combien de fois que je commence des expériences sans qu'ils m'aient voulu donner le temps d'en achever aucune...

Je ne comprends point l'esprit de ces gens-ci, car ils ont fortifié Mannheim comme qui fortifierait à plaisir sur une feuille de papier sans avoir égard au Necker ni au Rhin, dont ils n'ont pu pour ainsi dire tiré aucun avantage, au lieu que s'ils s'étaient mis dans la fourche de ces deux rivières, il leur eût été facile de les avoir pour fossés ou avant-fossés et enfermant l'avenue par trois bastions accompagnés de bons dehors, faire passer une grosse décharge de l'une à l'autre de ces rivières dans le fossé de la place, même dans l'avant-fossé, ce qui joint à un bon et fort revêtement et à une excellente figure, on eût pu aisément faire là une place capable de faire la nique à Monseigneur et à tous les rois de l'Europe.

D'ailleurs, que faire de Frankenthal au milieu de la plaine, à deux lieues de Mannheim? N'est-ce pas encore une faute ridicule à un souverain de la faiblesse de M. le prince Palatin que d'avoir conservé une place qui ne lui sert de rien et qui ne lui peut être que fort à charge.

---

1. Vauban eut de Monseigneur une gratification de mille louis et ses ingénieurs furent également récompensés. (*Mémoires de Catinat*, t. I, p. 330.)

Autre faute après la prise de Mannheim, tous moyens de secourir Frankenthal lui étant ôtés, ne devait-il pas en envoyer les clefs à Monseigneur plutôt que de lui donner la peine de l'assiéger et l'obliger à ruiner son pays et brûler l'une de ses meilleures villes, pour faire une défense qui le déshonore lui et les siens? Ma foi, les princes aussi bien que les particuliers sont sujets à de grandes fautes...

A. G. $\frac{828}{21}$.

---

14 NOVEMBRE 1688. — LOUVOIS A VAUBAN. — DE VERSAILLES.

J'ai reçu votre lettre du 10 de ce mois, et appris quelque peu après par des lettres du 11 que la citadelle de Mannheim avait donné des otages. Les Allemands ont acquis beaucoup de réputation dans cette fin de campagne-ci ; j'espère que ceux de Frankenthal ne feront pas moins bien que ceux de Mannheim et que devant que cette lettre vous soit rendue, les troupes du Roi y soient entrées.

Je n'ai rien à ajouter à ce que je vous ai mandé sur Philisbourg ni sur Landau. Il ne tiendra qu'à vous, après y avoir donné les ordres que vous jugerez à propos et avoir vu Belfort, de regagner votre maison. Pendant que vous jouirez des plaisirs du Morvan, je vous prie de ne pas m'oublier tout à fait, et surtout d'en repartir quelques jours auparavant que l'ennui ne vous y prenne.

A. G. $\frac{812}{345}$.

(A suivre.)

SCIENCES PHYSIQUES, ETC.

Sur la ventilation des locaux à l'épreuve.

L'ingénieur O. Krell étudie, dans la *Kriegstechnische Zeitschrift* de juillet 1896, les conditions de la ventilation des locaux à l'épreuve.

Deux systèmes se présentent. L'un, qui utilise les différences d'altitude et de température, est peu avantageux dans le cas actuel, ces différences étant l'une et l'autre assez faibles : les vitesses sont limitées, beaucoup plus faibles qu'il ne conviendrait avec les orifices étroits dont on dispose, et les causes accidentelles, comme le vent, viennent déranger le mouvement de l'air.

L'auteur donne en conséquence la préférence aux appareils mécaniques, qu'il actionne électriquement.

Les orifices doivent être disposés de manière à atténuer l'action du courant d'air sur les occupants. Il convient en conséquence de les subdiviser en éléments nombreux, de faible section chacun. L'expérience démontre en effet qu'à vitesse égale, l'effet de courant d'air se perd d'autant plus vite que l'orifice est plus étroit : à 12 m avec un orifice de 7,50 mm, à 0,75 m avec un orifice de 4 mm [1]. En conséquence, l'auteur propose de faire déboucher l'air par des tuyaux ayant pour paroi un treillis métallique.

Il est nécessaire que l'air introduit soit chauffé en hiver : autrement les hommes, aimant mieux « étouffer que geler », ne manqueraient pas de supprimer l'aérage. Cette mesure dispense d'ailleurs de tout autre chauffage des locaux, car l'air communique aux maçonneries une quantité de chaleur très notable. Il a suffi d'introduire par heure, dans une batterie occupée, 16 500 m^3 d'air pour maintenir les murs en parfait état de siccité, tan-

1. La rapidité avec laquelle se fait le mélange croît évidemment avec les surfaces de contact, c'est-à-dire avec le développement des cloisons de séparation des orifices. On peut encore dire que la résistance du mouvement du fluide, $h = \frac{\alpha l \chi v^2}{\omega}$, croît dans le rapport $\frac{\chi}{\omega}$ du périmètre de la section, lequel est sensiblement en raison inverse au diamètre de l'orifice.

dis qu'avec 6 500 m ^{3} seulement, la précipitation d'humidité était très abondante.

Ce chauffage est facile à réaliser avec un ventilateur unique, puisqu'il suffit de disposer dans la conduite une surface de chauffe convenable.

C'est là un des avantages du système central de ventilation, système qui a beaucoup d'autres qualités. Les moteurs, plus puissants, ont une plus grande résistance, un plus fort rendement, un réglage plus facile, un service mieux assuré.

Les orifices d'entrée de l'air étant forcément étroits dans les locaux de la fortification, donnent lieu à une dépense notable de travail moteur, puisque la perte de charge est proportionnelle au carré de la vitesse, et par suite en raison inverse de la quatrième puissance du côté de l'orifice. L'auteur atténue cette perte en raccordant l'orifice étroit d'entrée avec un tuyau plus large par un ajutage conique à angle assez aigu, un régénérateur de pression (analogue à celui du ventilateur Guibal). Une expérience très simple montre l'efficacité de cette disposition. En disposant à l'extrémité élargie un ventilateur hélicoïde (système Blackmann) actionné par un moteur électrique, on observe que le cube d'air débité par kgm varie du simple au double, selon que le gaz sort ou entre par l'orifice étroit, autrement dit va de la partie large à la partie étroite ou réciproquement. Dans le premier cas, en effet, l'air sort dans l'atmosphère avec une vitesse notable, qui donne lieu à une perte de force vive. Tandis que, dans le second cas, l'air entre avec une vitesse nulle et sort par la partie évasée avec une vitesse presque insensible.

En conséquence, la disposition recommandée est la suivante :

1° Un orifice étroit partant de la paroi extérieure ; 2° un ajutage divergent ; 3° un tuyau de large section ; 4° un ventilateur hélicoïdal ; 5° un orifice diffuseur à petits trous. Dans les casemates, l'air va de 1 en 5.

Pour ventiler des latrines, on aspire l'air de la fosse et on le rejette à l'extérieur. Dans des coupoles cuirassées, on procède par insufflation.

Pour des cuisines, l'auteur produit près de la clé de voûte une aspiration qui rejette l'air chaud à l'extérieur. Cette aspiration ne doit pas être trop énergique, afin de ne pas entraver le tirage de la cheminée.

En terminant, l'auteur recommande à l'ingénieur de ne pas s'en remettre à une simple appréciation, et d'exécuter de nombreuses mesures. A l'anémomètre, qui est d'un emploi délicat et sujet à donner des vitesses exagérées, il préfère un autre appareil, analogue au tube de Pitot. Il consiste en une plaque dont le diamètre peut descendre à 12 mm, que l'on place en travers du courant à mesurer; deux tubes, débouchant l'un à l'avant, l'autre à l'arrière, transmettent les différences de pression à un *micromanomètre,* c'est-à-dire à un manomètre à eau, dont l'une des branches est faiblement inclinée sur l'horizontale. La pression positive à l'avant est $\frac{v^2}{2g}$; la pression négative, à l'arrière, est $0{,}37\,\frac{v^2}{2g}$; par suite la vitesse v est liée à l'indication manométrique par la formule

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{1{,}37}}.$$

L'auteur donne à cet appareil le nom de *pneumomètre.*

L. B.

LIVRES.

Bos et Laffargue. — Distribution de l'énergie électrique en Allemagne. 1899. 1-8, 570 p., 203 fig. — Paris, chez Masson.

Paruchon. — Organisation et fonctionnement du service de la télégraphie militaire. 1899. 1-8, 80 p. — Paris, chez Berger-Levrault et Cie. 2 fr.

DIVERS.

PÉRIODIQUES.

Les blessures de harnachement dans l'artillerie (*Revue d'artillerie*, mai 1899, 15 p.).

L'auteur distingue les *bosses* qui dégénèrent en *cors*, et les *écorchures* ; montre pourquoi les blessures sont plus fréquentes à droite qu'à gauche ; indique les moyens de les combattre en diminuant le poids porté, qui serait placé sur la voiture, en diminuant la durée du temps pendant lequel le cheval est chargé, en répartissant mieux le poids, en améliorant le rembourrage, en évitant l'amaigrissement du cheval, en entretenant mieux le harnachement, en ajustant bien la selle, en massant le cheval à l'arrivée. Il indique ensuite le moyen de hâter la guérison des blessures qu'on n'aura pu prévenir.

Organisation d'un voyage d'exploration (*Revue scientifique*, 1er juillet 1899, 6 p.).

M. J. Dybowski traite d'abord de la préparation de l'expédition, recommande la discrétion, particulièrement lorsqu'il s'agit de voyager en pays musulman, où les informations courent avec une rapidité extrême. Le chef de l'expédition doit choisir lui-même ses compagnons. Il donne des conseils sur l'organisation du service des transports, sur la forme des caisses qui doivent être allongées, sur le choix des armes, la composition de l'escorte, le choix des interprètes. Dans une région dont M. Binger ne connaissait pas la langue, il apprit la formule de l'interrogation en présentant sa montre à un indigène, et put ainsi obtenir rapidement un vocabulaire suffisant pour se faire comprendre. Il conseille de ne pas prendre de guide attitré, mais d'en changer à chaque tribu, pour éviter les trahisons. Il termine en recommandant de nouer des bonnes relations avec les indigènes, de les traiter doucement en respectant leurs traditions et leurs croyances.

LIVRES.

Dictionnaire militaire. Encyclopédie des sciences militaires, par un comité d'officiers de toutes armes. 14e livraison : Intendance-Magasins. 1-8, 138 p. — Paris, chez Berger-Levrault et Cie. 3 fr.

Zimmerhæckel. — Julius Cäsar's Rheinbrücke. Ein Rekonstruktions-Versuch. Statische Prüfung der Cäsarbrücke als leichte Kolonnenbrücke (Le pont sur le Rhin de J. César. Essai de reconstruction). 1899. 1-8, 23 p., 31 fig, 1 pl. — Leipzig, chez Teubner. 1 m.

DOCUMENTS OFFICIELS

ET

ADMINISTRATIFS

DE JUILLET 1899

28 juillet. — *Témoignage de satisfaction décerné à un officier.* (Direction du génie; Personnel.) [*B. O.*, p. s., p. 589.] (*In extenso.*)

Un témoignage officiel de satisfaction est décerné à M. le capitaine du génie DELAGE, pour le zèle et l'activité qu'il a déployés dans la direction des travaux destinés à arrêter l'incendie survenu au champ de tir de Souge, les 31 mai, 1er, 2 et 3 juin derniers.

PROMOTIONS, MUTATIONS ET RADIATIONS

Du 16 août au 15 septembre 1899.

ARMÉE ACTIVE.

OFFICIERS.

LIEUTENANTS-COLONELS. — Mutations ; MM. *Moreau,* breveté, au 5e rég., classé à l'état-major particulier et nommé adjoint au directeur du génie, à Versailles. — *Gœtschy,* chef du génie à Nice, désigné pour le 5e rég., à Versailles (14 septembre).

CHEFS DE BATAILLON. — Mutations : MM. *Courbis,* chef du génie à Avignon, désigné pour les mêmes fonctions à Perpignan. — *Pierrugues,* chef du génie à Chambéry, désigné pour les mêmes fonctions à Nice. — *Levet,* chef du génie à Constantine, désigné pour les mêmes fonctions à Gap. — *Bailac,* chef du génie à Batna, désigné pour les mêmes fonctions à Constantine. — *Peillon,* au 4e rég., nommé chef du génie à Chambéry. — *Cordier,* chef du génie à Castres, désigné pour les mêmes fonctions à Ajaccio. — *Maniguet,* chef du génie à Laon, désigné pour le 4e rég., à Grenoble. — *Moulinier*, chef du génie à Ajaccio, désigné pour Montpellier. — *Bayet,* chef du génie à Gap, désigné pour Saint-Denis (14 septembre).

Radiations : M. *Bailly,* chef du génie à Perpignan, retraité (30 août). — M. *Labaurie,* chef du génie à Vesoul (30 août).

Capitaines en 1er. — Mutations : MM. *Prolard,* au 5e rég., mis hors cadres et à la disposition du ministre des colonies pour être employé à l'administration centrale. — *Buvignier,* au 2e rég., à Montpellier, mis hors cadres et à la disposition du ministre des colonies pour être employé en Indo-Chine (9 septembre). — MM. *Roussel,* à Paris (R. G.), nommé chef du génie à Laon. — *Mourral,* au 7e rég., à Avignon, nommé chef du génie dans la même place. — *Dautheville,* à Nice, nommé chef du génie à Castres. — *Boutlieaux,* à Belfort, désigné pour la chefferie du matériel de guerre du génie (commission d'expériences de Versailles). — *Télart,* professeur adjoint de topographie à l'École de Fontainebleau, désigné pour le 3e rég. (14 septembre).

Radiation : M. *Corbie,* au 7e rég. (Algérie), retraité (30 août).

Capitaines en 2e. — Mutations : M. *Simon,* hors cadres, officier d'ordonnance de M. le général de division Zurlinden, maintenu en la même qualité auprès de cet officier général, membre du conseil supérieur de la guerre (10 août). — M. *Scherdlin,* au service géographique à Paris, mis hors cadres et à la disposition du ministre des colonies pour exécuter des travaux topographiques en Indo-Chine (17 août). — MM. *Gros-Long,* au 7e rég., à Avignon, désigné pour Nice. — *Rahoult,* au 3e rég., désigné pour le 7e rég., à Avignon (14 septembre).

Radiations : MM. *Moreau, Drouineau, Dié,* nommés adjoints à l'intendance (25, 27 et 31 août).

Lieutenant en 1er. — Mutation : M. *Blanc,* au 5e rég., mis hors cadres et à la disposition du ministre des colonies pour être employé en Indo-Chine (9 septembre).

Sous-lieutenants. — Promus *Lieutenants en 2e* : MM. *Bonnet,* au 5e rég. — *Fontanges,* au 5e rég. — *Kérébel,* au 5e rég. — *Saconney,* au 4e rég. — *Simon,* au 5e rég. — *Hatt,* au 1er rég. — *Braconnier,* au 5e rég. — *de Lavenne de la Montoise,* au 6e rég. — *Thionnet,* au 1er rég. — *Brossier,* au 6e rég. — *Do,* au 2e rég. — *Fakler,* au 1er rég. — *Jaillet,* au 1er rég. — *Ruché,* au 6e rég. — *Maugenest,* au 7e rég. — *Faucheur,* au 1er rég., 6e bat., à Verdun. — *Éliévant,* au 4e rég. — *Rouffet,* au 1er rég., 6e bat., à Verdun. — *Hublot,* au 1er rég., 6e bat., à Verdun. — *Genez,* au 3e rég. — *Roux,* au 1er rég., 20e bat., à Toul. — *Philbois,* au 4e rég. — *Gourandy,* au 7e rég. — *Dorbeau,* au 6e rég. — *Girard,* au 3e rég. — *Guéniot,* au 4e rég. — *Dorido,* au 7e rég. — *Cadier,* au 4e rég., 7e bat., à Besançon. — *Paclon,* au 7e rég. — *Hurst,* au 3e rég. — *Labeur,* au 2e rég. — *Chauvineau,* au 6e rég. — *Carion,* au 3e rég. — *Coulon,* au 6e rég. — *Lapeyre,* au 2e rég. — *Barbarin,* au 6e rég. — *Royer,* au 7e rég. — *Gille,* au 2e rég. — *Arnaud,* au 2e rég. — *Puissant,* au 7e rég. — *Marsollier,* au 7e rég. — *Vasnier,* au 7e rég. — *Coblyn,* au 7e rég. — *Burelle,* au 2e rég. — *Osterman,* au 2e rég. — *René,* au 2e rég. — *Boste,* au 2e rég. (9 septembre).

Élèves de l'École polytechnique. Promus *Sous-lieutenants élèves* : MM. *Berttère, Ballegay, Letourneur, Doublet, Frank, Lavie, Lapraye, Lansoy, Maille, Mornet, Barré, Renard, Begué, Gillet, Balensi, Vouaux, Souriau, Descroix, Vavon, Leduc, Bailly, Thévenin, Flanneau, Renvoyer, Héliot, Gaillet, Jessé, Hernu, Riegel, Rogez, Charili, Thuillier, Regembal, Hermann, Oualid, Lévy, Alleau, Sire* (9 septembre).

ADJOINTS.

ADJOINT PRINCIPAL DE 1re CLASSE — Radiation : M. *Darchicourt,* à la 4e Direction, 1er Bureau, retraité (23 août).

ADJOINTS PRINCIPAUX DE 2e CLASSE. — Mutations : MM. *Denis,* à Paris (R. D.), désigné pour la direction de Dunkerque. — *Boquin,* à Boulogne-sur-Mer, désigné pour l'École d'application de l'artillerie et du génie, à Fontainebleau (9 septembre).

ADJOINTS DE 1re CLASSE. — Mutations : MM. *Berche,* à Montrouge, désigné pour la direction de Brest. — *Gouzon,* à Lorient, désigné pour la direction de Perpignan (9 septembre).

Radiation : M. *Benoist,* à l'établissement d'aérostation de Chalais, décédé (18 août).

ADJOINTS DE 2e CLASSE. — Mutations : MM. *Lambotin,* à Toul (direction), désigné pour la direction de Verdun. — *Brunet,* hors cadres, en congé, rentrant de Madagascar, réintégré dans les cadres et désigné pour la direction de Paris. — *Damien,* hors cadres, en congé, rentrant de Madagascar, réintégré dans les cadres et désigné pour la direction de Brest (9 septembre).

ADJOINTS DE 3e CLASSE. — Mutations : MM. *Beaudouin,* à Verdun, désigné pour la direction de Langres. — *Jacques,* hors cadres, en congé, rentrant de Madagascar, réintégré dans les cadres et désigné pour la direction de Versailles (9 septembre).

Radiation : M. *Cognée,* hors cadres, en mission au chemin de fer du Soudan, décédé (23 août).

STAGIAIRE. — M. *Delihu,* à la direction de Brest, désigné pour la Tunisie (9 septembre).

RÉSERVE DE L'ARMÉE ACTIVE.

OFFICIERS.

COLONEL. — Radiation : M. *Granade* (1er septembre).

ANCIENS ÉLÈVES DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE. — Promus *Sous-lieutenants :* MM. *Aron,* classé au 1er rég. — *Becquerel,* classé au 1er rég. — *Regnauld,* classé au 1er rég. — *Tessier,* classé au 4e rég. — *Lapenne,* classé au 2e rég. — *Wibratte,* classé au 7e rég. — *Levaillant,* classé au 3e rég. — *Houël,* classé au 7e rég. — *Mercier,* classé au 6e rég. — *Laroche,* classé au 6e rég. — *Philippe,* classé au 4e rég. — *Gasquet,* classé au 5e rég. — *Blandin,* classé au 6e rég. — *Bazin,* classé au 6e rég. — *Clerget,* classé au 5e rég. — *Alfassa,* classé au 5e rég. — *Mauvernay,* classé au 4e rég. — *Kiener,* classé au 5e rég. — *Bonnel,* classé au 7e rég. — *Bernheim,* classé au 5e rég. — *Lucas de Peslouan,* classé au 3e rég. — *Neu,* classé au 3e rég. — *Henry,* classé au 3e rég. — *Girard,* classé au 2e rég. — *Fabre,* classé au 2e rég. — *Brull,* classé au 6e rég. — *Devin,* classé au 7e rég. — *Dufour,* classé au 7e rég. (11 août).

ARMÉE TERRITORIALE.

OFFICIERS.

LIEUTENANT-COLONEL. — Radiation : M. *Lordereau* (1er septembre).

CHEFS DE BATAILLON. — Radiations : M. *Mille,* démissionnaire (24 août). — MM. *Bizard, Charret, Willotte, Rojez* (1er septembre).

ADJOINTS.

ADJOINT PRINCIPAL DE 1re CLASSE. — Radiation : M. *Allez* (1er septembre).

ADJOINTS DE 1re CLASSE. — Radiations : M. *Trotet,* démissionnaire (24 août). — MM. *Bizotey, Héleine* (1er septembre).

ADJOINTS DE 2e CLASSE. — Radiations : M. *Toutry,* démissionnaire (24 août). — MM. *Adloff, Lenoir, Thual* (1er septembre).

ADJOINT DE 3e CLASSE. — Radiation : M. *Delclaux* (1er septembre).

LÉGION D'HONNEUR.

Par décret du Président de la République en date du 10 juillet 1899, rendu sur la proposition du ministre de la guerre, vu la déclaration du conseil de l'Ordre de la Légion d'honneur, en date du même jour, portant que les nominations du présent décret sont faites en conformité des lois, décrets et règlements en vigueur, ont été élevés :

ARMÉE ACTIVE.

A la dignité de grand-officier de la Légion d'honneur :

M. *Borius,* général de division, président du comité technique du génie ; quarante-sept ans de services, huit campagnes. Commandeur du 26 décembre 1894.

Au grade de commandeur :

MM. *Massu,* général de brigade, commandant le génie de la 1re région ; quarante-trois ans de services, sept campagnes. Officier du 6 octobre 1875. — *Pamard,* général de brigade ; quarante ans de services, six campagnes, une citation. Officier du 28 décembre 1889. — *Mousnier,* colonel, directeur du génie au Mans ; quarante-deux ans de services, douze campagnes. Officier du 3 février 1880. — *Henry,* colonel, adjoint au directeur du génie à Paris ; quarante et un ans de services, douze campagnes. Officier du 5 juillet 1887.

Au grade d'officier :

MM. *Ariès,* chef de bataillon, chef du génie à Marseille ; trente-cinq ans de services, six campagnes. Chevalier du 7 juillet 1884. — *Dervaux,* chef de bataillon au 2e bureau de la 4e direction au ministère de la guerre ; vingt-neuf ans de services, neuf campagnes. Chevalier du 24

juin 1886. — *Perrodin,* chef de bataillon, chef du génie à Philippeville; trente-quatre ans de services, sept campagnes. Chevalier du 24 juin 1871. — *Labaurie,* chef de bataillon, chef du génie à Vesoul; trente-cinq ans de services, dix campagnes. Chevalier du 29 décembre 1881. — *Drouhez,* chef de bataillon, hors cadres, à la disposition du ministre des colonies; vingt-neuf ans de services, cinq campagnes. Chevalier du 24 juin 1886.

Au grade de chevalier :

Service d'état major : MM. *Maurain,* capitaine, hors cadres, à l'état-major de l'armée (service géographique) dix-neuf ans de services, cinq campagnes. — *Talon,* à l'état-major particulier (service géographique); vingt-trois ans de services. — *Vignal,* capitaine, hors cadres. attaché à l'ambassade de la République française aux États-Unis; vingt et un ans de services. — *Derancourt,* capitaine, breveté, à l'état-major particulier, stagiaire à l'état-major du 1er corps d'armée; vingt-trois ans de services.

Régiments : MM. *Klein* (C.), capitaine au 3e rég.; vingt-sept ans de services, une campagne. — *Auger*, capitaine au 6e rég.; vingt-sept ans de services — *Corbie,* capitaine au 7e rég.; vingt-sept ans de services, quatre campagnes.

État-major particulier : MM. *Boitel,* capitaine, à la section technique du génie; vingt-trois ans de services. — *Boutticaux,* capitaine, à Belfort; vingt-trois ans de services. — *Cabaud,* capitaine, au ministère de la guerre (4e direction); vingt-deux ans de services, une campagne. — *Bénard,* capitaine, à la section technique du génie; vingt-deux ans de services. — *Seurre,* capitaine, au ministère de la guerre (4e direction); vingt-deux ans de services. — *Morlet,* adjoint principal de 2e classe à Épinal; trente-deux ans de services, une campagne. — *Rouson,* adjoint principal de 2e classe à Paris; trente ans de services, une campagne. — *Nolson,* adjoint principal de 2e classe à Paris; vingt-neuf ans de services, une campagne. — *Gazay,* adjoint principal de 2e classe à Constantine; vingt-neuf ans de services, neuf campagnes. — *Deladerière,* adjoint principal de 2e classe à Bougie; vingt-neuf ans de services, neuf campagnes. — *Balagué,* adjoint principal de 2e classe à Marseille; vingt-neuf ans de services, cinq campagnes, une blessure. — *Noël,* adjoint de 1re classe à Paris; vingt-six ans de services, cinq campagnes. — *Jacquot,* adjoint de 1re classe à Poitiers; trente-six ans de services, trois campagnes. — *Arnould,* adjoint de 1re classe à Langres; trente-quatre ans de services, deux campagnes. — *Mathieu,* portier-consigne de 1re classe à Langres; trente-quatre ans de services, quatorze campagnes. — *Isard,* portier-consigne de 1re classe à Ivry; trente-sept ans de services, quatre campagnes.

Colonies : MM. *Lévy,* capitaine, hors cadres, à Madagascar; dix-sept ans de services, cinq campagnes. — *Cambier,* capitaine, hors cadres, au Dahomey; dix-huit ans de services, quatre campagnes. — *Brunet,* adjoint de 3e classe à Madagascar; dix-sept ans de services, douze campagnes. — *Pichelin,* adjudant au 2e rég., à Madagascar; treize ans de services, neuf campagnes.

RÉSERVE.

Au grade de chevalier :

M. *Ziegler,* capitaine, à l'état-major particulier; vingt-quatre ans de services.

Par décret du Président de la République du 12 septembre 1899 rendu sur la proposition du ministre de la guerre, vu la déclaration du conseil de l'Ordre de la Légion d'honneur portant que les nominations du présent décret sont faites en conformité des lois, décrets et règlements en vigueur, ont été nommés au grade de chevalier de la Légion d'honneur :

MM. *Klein,* capitaine, hors cadres, à l'état-major de l'armée (3e bureau) ; vingt-trois ans de services. — *Châles,* capitaine au 1er rég. ; vingt-deux ans de services, trois campagnes. — *Barel,* capitaine détaché à l'École supérieure de guerre; dix-neuf ans de services, six campagnes.

TABLEAUX D'AVANCEMENT POUR 1899 (*Suite*).

LIEUTENANT. — Classé pour le grade de *Capitaine :* M. *Macaire,* hors cadres (services rendus dans la mission d'étude du tracé d'une voie ferrée à la Côte d'Ivoire (9 septembre).

Le Gérant, CH. NORBERG.

NOTES

SUR LES

PAVILLONS D'HOPITAUX

CONSTRUCTION, VENTILATION, CHAUFFAGE, ETC.

La construction des hôpitaux s'est modifiée d'une façon radicale depuis peu d'années.

Dans la plupart de ces établissements récemment construits, le système des pavillons isolés a remplacé celui des grands bâtiments à l'ordonnance majestueuse, dont l'hôpital Lariboisière et l'hôpital militaire de Vincennes peuvent être donnés comme des types caractéristiques [1]. En même temps, presque partout, les dispositions de détail se transformaient en se simplifiant.

Pour juger du chemin parcouru, prenons comme exemple parmi ces dispositions celles qui se rapportent au problème principal à résoudre, le renouvellement de l'air des salles de malades.

A Vincennes, l'air neuf était amené aux poêles à eau chaude par de longs caniveaux, couverts de plaques de fonte, régnant dans l'axe longitudinal de chaque salle. L'air vicié, recueilli dans des gaines, à deux niveaux différents selon les saisons, devait descendre deux ou trois

1. La description de ce dernier est donnée dans le *Recueil d'édifices dépendant du département de la guerre*, et celle de son installation de chauffage et de ventilation, dans le nº 17 du *Mémorial de l'officier du génie*. La description de l'hôpital Lariboisière se trouve dans tous les ouvrages spéciaux.

étages, pour venir se rassembler au sous-sol dans un énorme égout à section progressivement croissante, et être enfin conduit vers de massives cheminées d'évacuation couronnant les toitures.

A l'hôpital Boucicaut, que trouvons-nous pour le même objet ? Une simple ouverture rectangulaire percée dans le mur, au-dessous de chaque fenêtre, et contre laquelle, à l'intérieur, est disposé un appareil de chauffage à vapeur ; un système de fermeture réglable, à persiennes, appliqué contre cette ouverture : voilà tout le sytème d'admission. Pour l'évacuation, deux ou trois baies circulaires au sommet du plafond ogival, communiquant avec l'atmosphère par des cheminées en poterie de 1 m de hauteur. Rien de plus. Nous verrons cependant que le progrès hygiénique réalisé par cette simplicité est considérable.

Toutefois, l'ère de transformation que nous venons de signaler n'est pas close. Si l'on examine les constructions hospitalières les plus récentes, on trouve encore sur bien des points de détail la variété de solutions qui dénote l'absence d'une solution vraie. A l'heure qu'il est, on peut encore discuter sur la plupart des détails de l'organisation des pavillons d'hôpitaux : orientation, contenance en lits, forme de la section transversale, disposition à rez-de-chaussée ou à un étage, ventilation naturelle ou par procédés mécaniques, chauffage par poêles, par la vapeur, l'eau chaude ou l'air chaud, nature de l'aire des salles, etc.

Il est nécessaire pourtant de ne pas attendre que l'évolution soit terminée pour s'en enquérir, car à défaut de l'occasion bien rare de créer un hôpital militaire nouveau, on a assez fréquemment celle de construire un pavillon pour l'amélioration d'un établissement existant.

Nous allons donc essayer de donner ici quelques renseignements sur l'état actuel des principales questions que soulève l'*organisation d'un pavillon de malades*.

Nous laisserons de côté tout ce qui concerne l'étude d'ensemble de l'hôpital, les services accessoires, les pavil-

lons de contagieux, etc. Même en ce qui concerne le pavillon ordinaire de médecine ou de chirurgie que nous considérons, on ne trouvera pas ici une description complète, qui ferait double emploi avec celles des ouvrages spéciaux. Ce sont de simples notes, sur les points qui différencient le plus les constructions nouvelles des anciennes.

Les opinions émises au cours de ces notes sont d'ailleurs entièrement personnelles, et n'engagent pas la rédaction de la *Revue*[1].

Nous commencerons par l'indication d'un certain nombre de sources où l'on pourra, le cas échéant, chercher des données plus complètes sur la construction des hôpitaux.

I

DOCUMENTS A CONSULTER.

Règlement sur le service de santé du 23 novembre 1889. Articles 233 et suivants (aération, propreté, etc.) ; articles 357 et suivants (bâtiment et locaux) ; notice n° 22 (composition des locaux d'un hôpital).

Études et documents sur la construction des hôpitaux, par M. Borne (librairie Aulanier, 1896). Ouvrage contenant une très grande quantité de renseignements et que nous aurons souvent occasion de citer ou de discuter ci-après.

Les Édifices hospitaliers, par Tollet (Paris, 1892). La partie historique a reçu dans ce traité un très grand développement, plus intéressant pour l'hygiéniste que pour le constructeur. C'est surtout un ouvrage de controverse, destiné à établir les avantages du système ogival dû à l'auteur. On y trouvera cependant des indications utiles, et en particulier une description de l'hôpital de Montpellier, souvent cité comme modèle.

---

1. Les conseils de M. le médecin-major de 1re classe Dziewonski nous ont été précieux pour certaines parties de ce travail. Nous l'en remercions.

Rapport du docteur Rochard à la Société de médecine publique et d'hygiène professionnelle (janvier-juillet 1883), se trouve dans les publications périodiques de l'époque, ainsi que dans l'ouvrage de Tollet mentionné ci-dessus.

Les Hôpitaux militaires en Prusse et en Saxe, par le général Grillon (*Mémorial de l'officier du Génie,* n° 26). Cette étude, très complète, a malheureusement déjà vieilli, puisqu'au congrès de Lucerne le docteur Koch émettait l'avis que l'hôpital de Tempelhof n'était plus bon qu'à être brûlé. Sans doute il n'y a là qu'une boutade ; mais elle caractérise bien la rapidité avec laquelle progressent actuellement les questions relatives à la construction hospitalière.

Description de l'hôpital militaire de Bruxelles, par MM. F. et E. Putzeys (extrait de la *Revue militaire belge,* 1889).

Description de l'hôpital militaire de Madrid, dans le *Memorial de Ingenieros de ejercito,* 1891.

Description de l'hôpital central de l'armée roumaine, par MM. Calinescu et Potarca, 1896. Édité à Bucarest, chez Carol Göbl, en langue française, mais actuellement épuisé.

Description de l'hôpital de Compiègne (*Nouvelles Annales de la construction,* septembre 1895).

Description de l'hôpital Boucicaut. Se trouve dans un assez grand nombre de collections, et en particulier dans les *Nouvelles Annales de la construction,* août 1898, dans la *Revue d'hygiène,* février 1898, et dans l'ouvrage de M. Borne indiqué ci-dessus.

Description des hôpitaux de Belfort et Montbéliard (*Revue d'hygiène,* septembre 1898). Cet article contient des discussions très intéressantes sur un grand nombre de points encore contestés ou insuffisamment connus.

Description de l'hôpital de Verdun, nouveaux pavillons militaires (*Revue du génie,* janvier 1899).

Description du sanatorium de Hendaye, par M. Belouet, architecte de l'assistance publique (*Revue d'hygiène,* 20 mai 1899).

II

VENTILATION.

Sens du mouvement de l'air. — On a admis longtemps, d'après le général Morin, que la ventilation d'hiver devait comporter l'évacuation de l'air vicié par le bas des salles, en raison de ce que l'air neuf, porté à température assez élevée par les appareils de chauffage, montait tout d'abord au plafond.

On distinguait donc une ventilation d'hiver et une ventilation d'été, et on disposait sur les gaines d'évacuation deux séries d'ouvertures correspondant à l'une ou l'autre saison.

Cette idée tend aujourd'hui à être abandonnée, si l'on en juge par la plupart des installations récentes.

La ventilation à laquelle on s'accorde à donner le nom de *rationnelle,* et que l'on applique de plus en plus, consiste à faire entrer, en toute saison, l'air neuf par le bas des pièces, et à faire sortir l'air vicié par le haut. Elle présente d'importants avantages.

En premier lieu, elle fait suivre à l'air le sens naturel du mouvement que tend à lui imposer la différence de densité des deux masses intérieure et extérieure.

L'air de la pièce, sauf des cas exceptionnels, est dans son ensemble plus chaud que l'atmosphère. Une colonne d'air intérieur de section déterminée pèse moins que pareille colonne prise à l'extérieur. Si des orifices sont percés à deux niveaux dans la paroi, cette différence de poids déterminera une rentrée d'air par l'orifice du bas, une sortie par l'orifice du haut. Ce phénomène a d'ailleurs été analysé théoriquement en tous détails dans le présent volume de cette *Revue* (mars 1899, page 252).

Dès lors donc qu'on adopte le système de ventilation de bas en haut, il n'est plus besoin d'appareils mécaniques à

pulsion ou à aspiration, ni même de hautes cheminées d'appel centrales à couronne de gaz, car il ne s'agit plus de contrarier le mouvement naturel de l'atmosphère des salles, mais de le laisser s'accomplir librement en tous points. Surtout, il n'est plus besoin de ces longues gaines, si suspectes au point de vue de la salubrité, que l'air devait parcourir dans les anciens établissements. Quiconque a eu l'occasion de mettre au jour des conduits de cette nature, sait quelle poussière noirâtre et de mauvais aspect s'y trouve amassée, même dans des bâtiments d'habitations ordinaires. Quel danger de contamination cette poussière ne doit-elle pas présenter, dans un hôpital, pour l'air maintenu en contact avec elle pendant un long parcours avant d'arriver aux salles? Les filtres en molleton, sur lesquels on compte souvent pour éviter ce danger, sont d'un emploi incommode et d'un résultat incertain, car ils s'encrassent en quelques jours. Aussi dans une installation toute récente, celle de la Maternité de l'hôpital Saint-Antoine, a-t-on pris le parti de les supprimer[1].

En second lieu, dans le système actuellement préconisé, les produits de respiration des malades se dirigent naturellement et dès leur formation vers la région où se trouvent les orifices de sortie.

L'air expiré des poumons possède en effet une température d'environ 37°, et son poids, calculé en tenant compte des proportions d'acide carbonique et de vapeur d'eau qu'il contient, est de 1,12 g par décimètre cube, alors que l'air de la pièce (supposé, par exemple, à 17°) atteint un poids de 1,22 g. Les produits de respiration tendent donc à s'élever. Lorsqu'on les évacuait par le bas des

1. Le système des gaines d'amenée a un avantage qu'on ne peut méconnaître : c'est de se prêter au rafraichissement de l'air en été, par le simple passage dans les caves ou par pulvérisation d'eau. Mais cet avantage, assez rarement réalisé d'ailleurs en pratique, ne parait pas à mettre en balance avec les inconvénients que nous venons d'exposer.

salles, ils ne pouvaient parvenir aux orifices qu'après une sorte de brassage dans l'air ambiant ; avec l'évacuation par le haut, le mélange est réduit au minimum ; la zone inférieure où vivent les malades demeure la plus pure, et la vitesse de renouvellement de l'atmosphère des salles peut être ramenée à des limites modérées.

Conditions de régularité du mouvement ascensionnel. — Toutefois, pour que la ventilation rationnelle, telle que nous venons de la résumer, s'opère dans des conditions tout à fait satisfaisantes, il faut que le mouvement de bas en haut ait lieu régulièrement et sans remous dans l'ensemble de la pièce.

Or, il existe diverses causes de remous que l'on peut énumérer ainsi :

1° Élévation trop rapide au plafond de colonnes d'air surchauffé ;

2° Production de courants froids descendants, le long des parois refroidies et surtout des fenêtres ;

3° Refroidissement de l'air au contact du plafond, avant qu'il ait trouvé les orifices d'évacuation ;

4° Enfin, rentrées d'air par les orifices d'évacuation.

Examinons successivement ces causes d'irrégularité.

Pour combattre la première, il convient de recourir à des appareils de chauffage d'une énergie modérée, d'en augmenter le nombre, et de les faire agir surtout par rayonnement. Le chauffage par calorifères à air chaud est à éviter, à moins d'y consacrer une très grande dépense. L'air, en effet, ne possède qu'une faible capacité calorifique ; pour transporter la quantité de calories nécessaire à la réparation des pertes par refroidissement des parois, il doit (à moins d'être en énorme quantité) être porté à une température notablement supérieure à la moyenne de la salle. Dès lors la première cause de remous signalée se produit : cet air chaud s'élève tout d'abord au plafond.

Si même il y trouve des orifices d'évacuation, il s'échappera en pure perte. C'est l'inconvénient que l'on voulait éviter par l'ancienne pratique d'évacuation par le bas. Mais on voit qu'il est un meilleur moyen de s'y soustraire : c'est de n'échauffer l'air entrant qu'à une température douce, légèrement inférieure même à celle de la pièce. Le chauffage de celle-ci sera complété par le rayonnement des appareils.

La seconde cause de remous (courants froids descendants) est la plus difficile à supprimer. Pour y parvenir, il est nécessaire de placer les appareils de chauffage au pied de chacune des fenêtres, ce qui n'est guère possible qu'avec des radiateurs à vapeur ou à eau chaude, mais ce qui présente du même coup une grande commodité pour le chauffage de l'air extérieur à son entrée dans la salle. Sans insister sur ce dernier côté de la question, qui sera repris plus loin, on voit que la salle se trouve enveloppée d'une sorte de ceinture de chaleur, et qu'une tendance ascendante se trouve substituée à la tendance descendante qui était à craindre principalement devant les vitrages. En même temps, la buée disparaît de ces derniers.

La troisième cause d'irrégularité du mouvement général ascendant, comme nous l'avons dit, est que l'air vicié et chaud, une fois parvenu au plafond, peut y demeurer stagnant, s'y refroidir et redescendre dans la zone théoriquement occupée par l'air pur.

C'est la considération de cet inconvénient qui, après avoir fait adopter des pans coupés ou des plafonds plus ou moins courbes, a conduit Tollet à la forme ogivale, qui est en quelque sorte la réduction du plafond à une simple arête. Et comme la forme ogivale n'est pratique que pour des bâtiments à simple rez-de-chaussée, un assez grand nombre d'hygiénistes et de constructeurs ont rejeté d'une manière formelle tout pavillon d'hôpital à étage. Parmi

eux il faut citer M. Borne, l'auteur d'un des principaux ouvrages indiqués ci-dessus ; aussi, après avoir recommandé de consulter ce livre, tenons-nous à mettre en garde contre cette idée arrêtée, qui s'y retrouve à chaque page.

Nous la croyons trop absolue. En dehors de quelques tentatives faites pour concilier le mode de construction à étage avec la section transversale concave, notamment à l'hôpital de Madrid (voir la coupe, fig. 18 ci-après) et à l'hôpital de Montbéliard, on paraît admettre assez généralement que les craintes de refroidissement de l'air par le plafond ont été exagérées. En définitive, les plafonds ordinaires en plâtre sont peu conducteurs ; ils ne sont pas en contact sur la face opposée avec l'atmosphère froide ; et chacun sait, par expérience, comme la température se maintient élevée dans la région supérieure d'une pièce quelque peu haute. Nous avons visité d'assez nombreux pavillons à rez-de-chaussée et étage construits tout récemment : ceux de l'hôpital Saint-Joseph, de Lariboisière, de l'annexe de l'hôpital des Enfants-Malades. D'autres sont projetés ou en construction en divers points, car nous montrerons tout à l'heure que le système ogival n'est pas exempt de critiques. Partout on semble considérer la ventilation de bas en haut comme suffisante avec les plafonds plats, à la condition qu'ils soient réellement plats, sans nervures saillantes, que les salles ne soient pas très grandes, et que les bouches d'évacuation soient larges et bien réparties.

On dispose, pour cela, ces bouches à raison de deux sur chaque petit côté de la pièce, à mi-distance entre les façades et le milieu (voir fig. 28 ci-après). Chacune d'elles correspond à une cheminée d'appel montant dans le mur de refend et se prolongeant jusqu'au-dessus du faîtage. On peut, comme à l'hôpital de Verdun, faire partir ces cheminées du sous-sol, afin de se réserver le moyen d'y déterminer un tirage artificiel pendant quelques journées où le tirage naturel ne suffirait plus. Mais le besoin de

cette précaution n'est pas en général signalé, et nous ne l'avons pas vue appliquée dans les installations de Paris.

Enfin, comme quatrième obstacle à la ventilation naturelle, on pourrait craindre des rentrées d'air par les orifices d'évacuation, car il convient de reconnaître que les forces dues aux différences de température sont faibles à côté de celles que peut produire l'action du vent.

Pour une différence de température de 10°, par exemple, entre le dehors et le dedans, et pour une hauteur de 8 m (4 m pour la pièce et 4 m pour la cheminée), la force qui s'exerce au passage des orifices n'est que de *quatre dixièmes de millimètre de hauteur d'eau,* alors que l'action d'un vent très ordinaire de 6 m à la seconde équivaut à une pression de *5 mm d'eau,* décuple de la précédente.

La pratique démontre cependant qu'on évite facilement ces rentrées d'air par l'emploi de mitres convenablement disposées, contrariant l'action du vent et augmentant, par un rétrécissement de section, la vitesse de l'air évacué.

L'emploi d'appareils Renard [1] réaliserait une garantie de plus, et ne peut qu'être recommandé pour compléter l'installation telle que nous venons de la décrire.

En résumé donc, le système de ventilation dit « rationnel », et le plus généralement admis à l'heure actuelle, est basé sur le mouvement ascensionnel dû à la différence de densité de l'air intérieur et de l'air extérieur. Il se réalise sans difficulté quand on dispose d'un système de chauffage à l'eau ou à la vapeur, permettant en hiver d'entourer la pièce d'une ceinture de chaleur, de porter l'air entrant à une température peu élevée, et de compléter le chauffage de la pièce par rayonnement. La forme ogivale s'y prête particulièrement bien ; mais on constate qu'il fonctionne

---

1. Voir la description dans le *Mémorial de l'officier du génie,* n° 26, et dans l'*Instruction technique sur l'entretien du casernement* (sous presse).

aussi d'une façon satisfaisante en pratique avec les plafonds plats, au moins pour des salles de vingt lits environ.

Quant à la saison d'été, il est à peine utile de dire que ce mode de ventilation s'y applique, puisque les causes de courants verticaux irréguliers provenant des parois ou du chauffage sont alors supprimées, et que, du reste, il constituait la « ventilation d'été » sous l'empire de l'ancien ordre d'idées que nous avons rappelé.

Il ne doit d'ailleurs, à cette époque de l'année, être envisagé qu'au point de vue de la nuit ; pendant les journées chaudes, où la différence des températures intérieure et extérieure serait insuffisante pour déterminer aucun mouvement dans les cheminées, la véritable ventilation est celle des fenêtres largement ouvertes.

Dimensions des orifices. — Occupons-nous tout d'abord du débouché de l'air vicié dans l'atmosphère, et cherchons à déterminer théoriquement la vitesse que l'air prend naturellement à ce débouché, sous l'influence de la différence des températures.

Considérons, par exemple, la cheminée de l'étage la moins favorisée sous le rapport de la hauteur et, par suite, sous celui du tirage. Supposons que son débouché soit à 4 m au-dessus du plafond de la salle.

La zone neutre (zone d'équilibre des pressions intérieure et extérieure, définie dans les pages 252 et suivantes du tome XVII de la *Revue*) peut être considérée approximativement comme située au milieu de la hauteur de la salle, soit à 6 m au-dessous du débouché de la cheminée.

Le coefficient de réduction à appliquer à la vitesse théorique aura, par exemple, pour un mitron conique à angle de 30°, la valeur de 0,90 (Planat, *Chauffage et ventilation*, page 72). La perte de charge dans le tuyau de la cheminée est négligeable, si la section de ce tuyau est notablement plus grande que celle de la mitre.

Dans ces conditions, la vitesse cherchée sera donnée par la formule de la page 255 du passage cité de la *Revue :*

$$v = 0{,}90\sqrt{2g\alpha\,(t_1 - t)\,(H_1 - h)}$$

dans laquelle

$$g = 9{,}81,$$
$$\alpha = 0{,}00367,$$

et

$$H_1 - h = 6 \text{ m}.$$

En faisant les calculs, on trouve que si l'écart $(t_1 - t)$ des températures du dedans et du dehors est de 20°, la vitesse est de 2,70 m par seconde ;

Si cet écart est de 10°, la vitesse est de 2 m ;

Enfin, si l'écart n'est que de 5°, la vitesse est encore de 1,35 m par seconde[1].

Ces valeurs, au moins celles d'environ 2 m et au-dessus, sont suffisantes en pratique, avec les formes de mitres courantes, pour éviter les refoulements d'air.

C'est seulement pour les vitesses plus faibles, c'est-à-dire pour les journées tièdes, qu'il peut être utile d'échauffer artificiellement l'air de la cheminée au moyen de charbons allumés au sous-sol, ou par tout autre moyen, si l'on ne trouve pas plus simple de se contenter alors de la ventilation par les impostes et les fenêtres.

Dès lors, pour déterminer la section du débouché des cheminées, on se fixe le cube d'air qui doit être évacué en un temps donné pour maintenir l'atmosphère de la salle dans de bonnes conditions hygiéniques, et on calcule la

---

1. Nous avons dû faire une hypothèse sur la hauteur de la zone neutre ; mais on arrive à des résultats analogues, si l'on applique la formule (4) de la page 256 :

$$q = \sqrt{\frac{2g\alpha\,(H_2 - H_1)\,(t_1 - t)}{\frac{1}{s_1^2} + \frac{1}{s_2^2}}}$$

dans laquelle n'intervient plus que la différence de hauteur des orifices (mitres et bouches d'entrée), et où les sections s_1 et s_2 recevraient les valeurs qui vont être indiquées ci-dessous.

A ce propos, faisons remarquer que c'est par suite d'une erreur d'impression qu'à la page 256 le dénominateur n'est pas sous radical.

section de manière que ce volume puisse être débité à la vitesse de 2 m par seconde.

On admet généralement, dans les installations de ventilation naturelle, qu'un renouvellement complet de l'atmosphère de la salle en une heure (soit environ 40 m^3 par malade et par heure) est suffisant. Cela conduit, par exemple, pour une salle de vingt malades possédant quatre cheminées, à des mitres de 2,8 décimètres carrés de section, soit 0,19 m de diamètre.

Les orifices de sortie du haut de la salle et la cheminée qui leur fait suite sont calculés de manière à débiter le même cube à raison d'une vitesse de 1 m par seconde, de manière à ne pas occasionner de courants d'air sensibles. Cela correspondrait, dans l'exemple cité, à des cheminées de 5,5 dm^2 (soit de $0,22 \times 0,25$ m^2), et à des appareils Renard de 6 à 7 dm^2 chacun, en évaluant à 1/5 la superficie occupée dans ceux-ci par le grillage. Si, au lieu d'appareils Renard, on employait certaines grilles en fonte où la proportion des vides à la superficie totale est de 1/2, chacune de ces quatre grilles devrait avoir 11 dm^2, soit environ $0,28 \times 0,40$ m^2.

Enfin, les orifices d'admission d'air au bas des salles, munis d'un dispositif de réglage dont il sera question ci-après, reçoivent ordinairement une section totale double de celle des orifices du haut, de manière que la vitesse à l'entrée soit de 0,50 m quand ils sont tous ouverts, et ne dépasse pas 1 m lorsque tous ceux d'une façade sont fermés à cause d'un vent trop violent soufflant de ce côté.

Détail des prises d'air. — Ce dispositif de réglage, qui sert aussi en cas de tirage trop énergique dans les temps froids, doit être manœuvré au moyen d'une clef spéciale demeurant entre les mains du personnel.

Il ne doit pas comporter une ouverture unique, comme celui de la figure 1, mais un ensemble d'ouvertures manœuvrées simultanément comme dans les figures 2 et 3.

Dans le premier cas, en effet, lorsqu'on veut diminuer l'admission, il faut réduire l'orifice à une fente assez

Fermetures de bouches d'admission d'air (1/10).

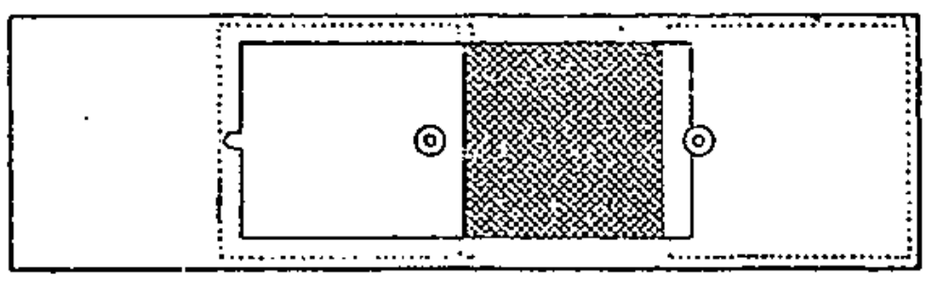


Fig. 1. — Fermeture à coulisses.

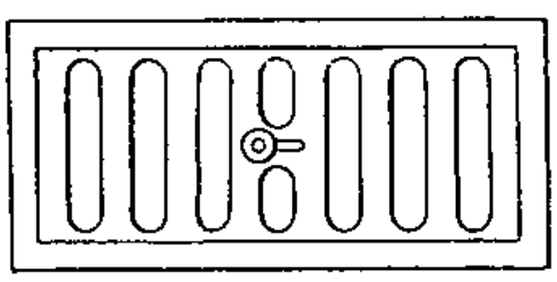


Fig. 2. — Fermeture à créneaux.

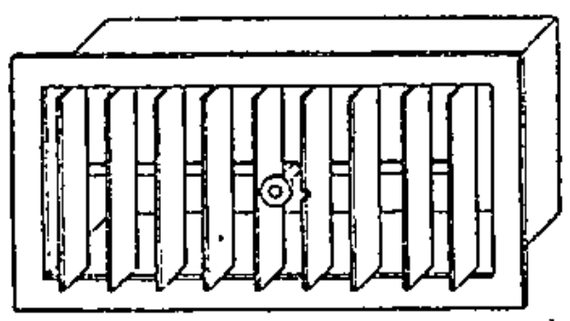


Fig. 3. — Fermeture à persienne.

étroite ; la lame d'air introduite conserve alors sa vitesse jusqu'à quelque distance dans la pièce, et peut provoquer sur le corps humain, par évaporation, une sensation de froid très incommode, même lorsque sa température atteint 20° et plus ; c'est l'inconvénient bien connu des vents coulis.

Dans les deux autres dispositions, au contraire, les lames d'air provenant des divers orifices partiels se mélangent rapidement entre elles et avec l'air de la salle, grâce aux tourbillonnements occasionnés par la grande surface de contact entre l'air en mouvement et l'air en repos.

Nous avons parlé tout à l'heure de l'effet gênant que peut produire le vent extérieur quand il souffle perpendiculairement à une façade. Un utile perfectionnement consisterait peut-être à munir les prises d'air de deux lames

contrariées, du genre indiqué figure 4, et qui seraient venues de fonte avec l'encadrement de l'orifice. Le dispositif de réglage se fixerait sur la face tournée vers l'intérieur.

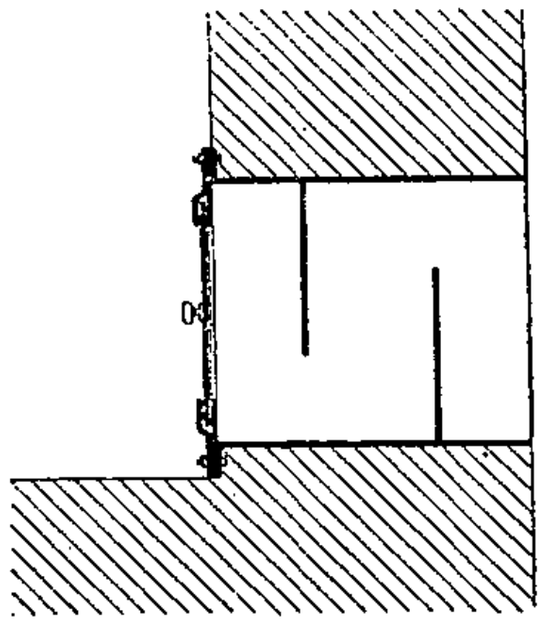


Fig. 4. — Bouche d'admission d'air à lames contrariées (1/20).

En tous cas, les orifices d'entrée, comme ceux d'évacuation, doivent être faciles à ouvrir et à nettoyer dans toutes leurs parties.

Ventilation des petites salles. — Tout ce qui précède se rapporte à la ventilation des grandes salles. Pour les petites (chambres d'isolés, lingerie, cabinets du médecin et de la sœur, lavabos, etc.), l'introduction de l'air est assurée de la même manière, mais on se dispense généralement d'établir des cheminées d'appel spéciales ; on assure simplement la communication par le haut avec les couloirs, au moyen d'orifices qui peuvent avoir $0,15 \times 0,15$ m^2. Les couloirs possèdent des bouches d'évacuation avec cheminées comme celles des salles.

Toutefois, cette disposition serait à éviter pour les locaux où existeraient des causes particulières de contamination de l'air, ou des dégagements d'odeurs pharmaceutiques qui viendraient ainsi se répandre dans les couloirs[1].

Carreaux Castaing. — Dans un chapitre consacré à la

1. Voir *Revue du génie*, mars 1899, page 258.

ventilation des salles d'hôpitaux militaires, nous ne pouvons passer sous silence les carreaux Castaing[1], car ils ont été employés avec avantage pour améliorer les conditions hygiéniques de plusieurs anciens hôpitaux ; on sait d'ailleurs les services qu'ils rendent dans les chambres de caserne.

Mais leur fonctionnement est d'un autre ordre que celui des larges orifices inférieurs et supérieurs que nous avons étudiés dans les pages qui précèdent ; et si on les intercalait dans un tel dispositif, ils ne pourraient que troubler la régularité de son action. Les carreaux Castaing, en effet, comme le montre l'expérience, n'opèrent un renouvellement d'air appréciable que *sous l'influence du vent, mais non sous celle des différences de température* qui étaient la base de l'autre système[2] ; cette constatation s'explique aisément au point de vue théorique, si l'on considère la faible section de leurs orifices, et qu'on se rappelle ce que nous avons dit de la valeur minime des forces par centimètre carré dues aux différences de densité[3]. Les carreaux Castaing laissent donc *entrer ou sortir* de l'air, selon que le vent frappe la façade ou s'en éloigne, et en quantité plus ou moins grande selon sa vitesse. Ils ont, comme qualité principale, celle d'amortir très convenablement l'effet de cette vitesse, par la façon dont ils dirigent vers le plafond la mince lame d'air introduit : celle-ci s'étale avant de se mélanger à l'atmosphère de la pièce. On peut ainsi, en employant un nombre suffisant d'appareils et en les répartissant sur deux façades opposées, obtenir pen-

---

1. Voir la description dans l'*Instruction technique sur l'entretien du casernement.*

2. Cela résulte, en particulier, des expériences faites dans une caserne de Courbevoie en 1893-1894 par une commission formée de représentants des services du génie et de santé.

3. Une étude publiée par la *Revue d'hygiène* de 1893, page 209, arrivait à des conclusions différentes, mais à la suite d'un calcul erroné ; le coefficient de dilatation de l'air y figurait avec la valeur $\alpha = 0{,}367$ au lieu de 0,00367.

dant la majeure partie des jours de l'année un renouvellement d'air assez abondant. Mais c'est ce qu'on pourrait appeler un renouvellement *par dilution*, et non plus par *déplacement et substitution méthodique* comme dans le système précédent. Celui-ci est donc préférable en principe pour une installation neuve, et l'appareil Castaing paraît devoir, au moins pour les hôpitaux, être réservé aux améliorations. Il s'y prête de la façon la plus économique.

Impostes. — Un mot sur les *impostes*, pour terminer. Si elles sont associées à des bouches d'admission inférieures, elles jouent le rôle des orifices de plafond du système précédemment décrit. Si elles sont seules, elles évacuent ou introduisent de l'air selon le sens du vent, les joints des portes fournissant alors les rentrées ou sorties complémentaires. Le plus souvent, par temps assez calme, il entre de l'air froid par un de leurs secteurs latéraux (nous supposons une imposte ouvrant autour de son arête inférieure), et il sort de l'air chaud par l'autre secteur[1]. C'est encore un appareil de ventilation *par dilution*; son irrégularité d'action est largement compensée par son énergie, et pour l'été, pendant la journée, comme nous y avons déjà insisté, c'est probablement le meilleur système à recommander, après celui de l'ouverture totale des fenêtres, dont il est un diminutif.

Dans les établissements militaires, on a une tendance à chercher des mécanismes de réglage précis pour l'ouverture des impostes; et la grande variété des dispositions préconisées dans ce but montre que le problème est difficile à résoudre. Dans les unes, le bâti se gauchit; dans d'autres, les barres de manœuvre se faussent; dans quelques-unes enfin, les scellements des écrous des appareils à vis s'arrachent. On ne paraît pas attacher la même im-

1. D'après les expériences de Courbevoie visées ci-dessus.

portance à cette question dans les hôpitaux civils. Dans tous ceux que nous avons visités, on se contente de manœuvrer directement le loqueteau au moyen d'une perche à crochet, qui reste entre les mains du personnel de surveillance. L'imposte est ouverte en grand, ou pas du tout. Il semble que ce soit, en somme, un meilleur moyen de les utiliser que de leur faire laminer l'air en tranches minces et pénétrantes, si souvent incommodes ou même dangereuses pour les occupants.

III

CHAUFFAGE.

Chauffage par la vapeur à très basse pression. — Les ouvrages spéciaux remontant à quelques années seulement, tels que le *Traité de fumisterie* de Denfer et les *Études sur la construction des hôpitaux* de Borne, sont presque muets sur un système de chauffage qui, dans ces derniers temps, a été appliqué dans un très grand nombre d'installations privées, qui se trouve actuellement fabriqué, sous des types peu différents, par tous les constructeurs de calorifères, et qui paraît devoir fournir dorénavant la solution la plus parfaite du chauffage des hôpitaux. Nous voulons parler du système à *vapeur à très basse pression*.

Il est basé sur l'emploi de chaudières à réservoir de combustible (ou du moins à vaste foyer permettant d'espacer les chargements), et à tirage réglé automatiquement d'après la pression effective de la vapeur, de manière que celle-ci ne dépasse jamais le faible chiffre de 0,300 kg environ par centimètre carré (soit 1,3 atmosphère par rapport au vide). Le principal appareil de sécurité consiste en une colonne d'eau, ouverte à l'air libre, de 3 m environ de hauteur, par laquelle la pression se trouve limitée à cette même valeur, sans augmentation possible. La vapeur, à la température de 105° à 110° correspondant à cette pression,

circule dans les tuyaux et les radiateurs dont il va être question ci-après, et rentre dans la chaudière par un clapet de retenue. Nous donnons les croquis de quelques-uns des types de chaudières à très basse pression adoptés par des constructeurs connus (fig. 5 à 10)[1].

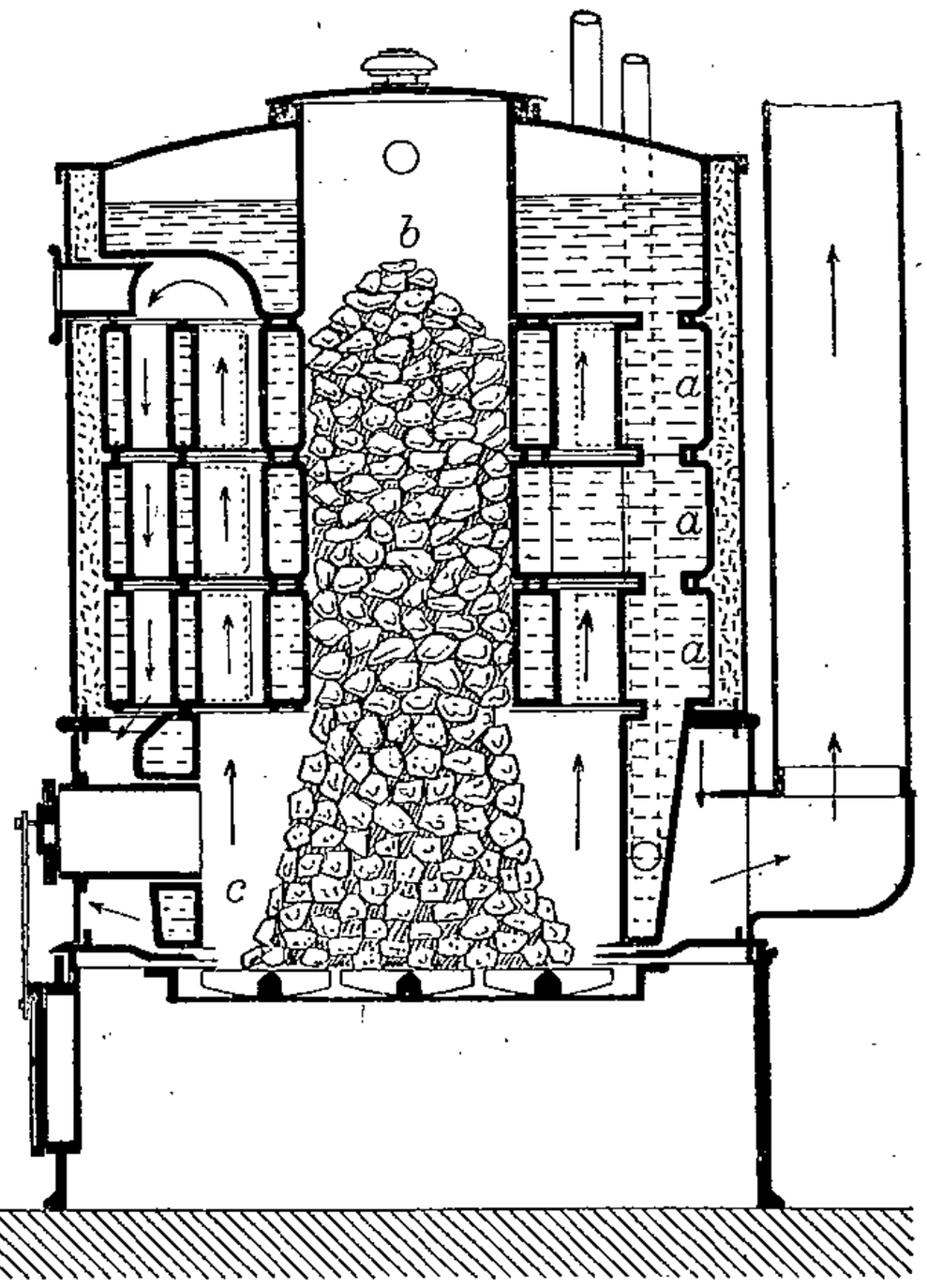


Fig. 5. — Chaudière Geneste-Herscher (1/50).

Légende. — *a, a, a,* éléments cylindriques, en fonte, pouvant se remplacer isolément; *b,* magasin de combustible à fermeture hermétique; *c,* foyer avec grille articulée (le régulateur automatique de tirage n'est pas visible sur la figure).

L'appareil, à la vérité, ne se prête pas à l'envoi de la vapeur à de grandes distances; et même pour un pavillon d'hôpital assez important, une chaudière ne suffit pas, il en faut deux, qui peuvent d'ailleurs être accolées dans un même local central. Mais en raison de la rusticité de ces chaudières, de l'inutilité d'une surveillance continue et du

---

1. Voir également dans la *Revue du génie* de 1896, 2e semestre, page 268, la description de la chaudière Bourdon, qui rentre dans la même catégorie d'appareils.

très petit nombre de chargements à faire par jour (deux ou trois), le soin de plusieurs générateurs se confie à un seul homme, qui n'a pas besoin d'être du métier.

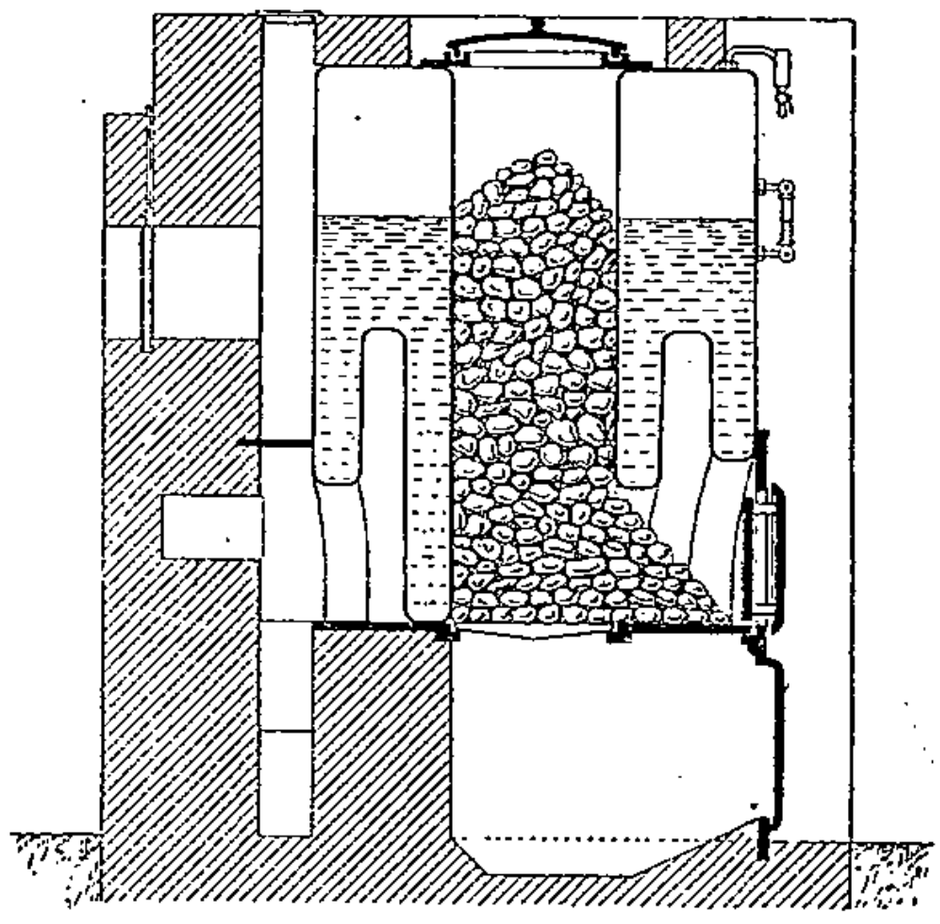


Fig. 6. — Chaudière Kœrting frères (1/50).

Légende. — **Chaudière en tôle avec ondulations à la partie inférieure, engagée dans une enveloppe en maçonnerie (elle pourrait l'être dans une simple enveloppe en fonte).**

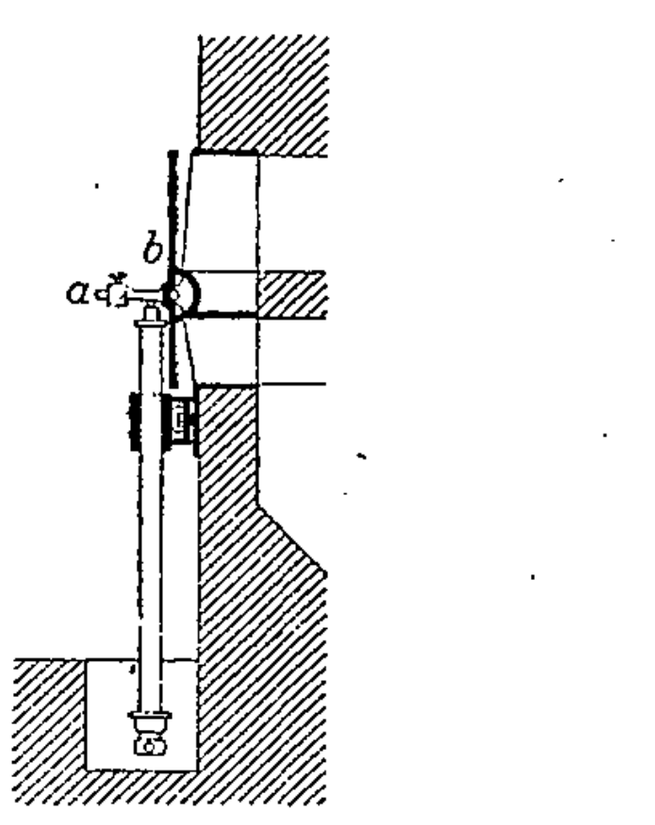


Fig. 7. — Détail du régulateur de tirage de la chaudière Kœrting frères (1/50).

Légende. — **Ce régulateur est derrière la chaudière. Par le jeu du levier *a* sous la pression de la vapeur, la plaque *b* ouvre ou ferme en partie l'arrivée d'air aboutissant à la grille ou celle débouchant dans le carneau de fumée.**

Comparaison avec les autres modes de chauffage. — Avec ce système, on échappe aux inconvénients si souvent reprochés aux installations de chauffage par la vapeur des autres systèmes, savoir : le danger d'explosion, les dérangements dus aux détendeurs, purgeurs et autres accessoires

délicats, et enfin l'élévation de la dépense. Rappelons avec quelque détail les principales causes de cette dernière.

Ce sont d'abord les *déperditions de chaleur permanentes*, dans les détendeurs et dans les longues conduites qui relient la station centrale aux lieux d'emploi ; elles sont évaluées au moins à 20 p. 100.

Ce sont ensuite les *déperditions accidentelles*, telles que celles occasionnées par la chute d'une partie du calorifuge

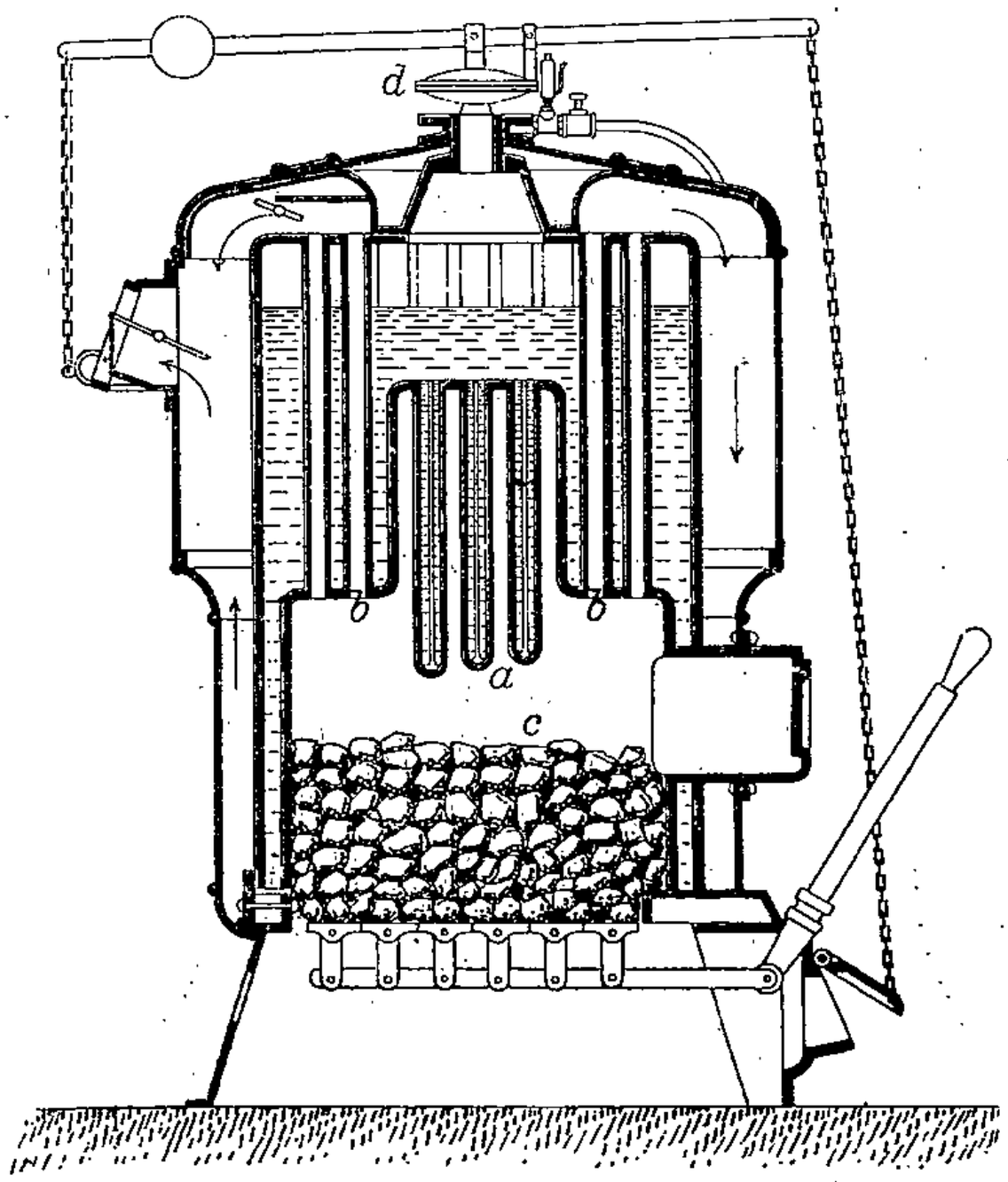


Fig. 8. — Chaudière d'Anthonay (Leroy, successeur) [1/50].

Légende. — *a*, tubes pendants ; *b*, *b*, tubes de fumée ; *c*, foyer à grande dimension ; *d*, régulateur à membrane flexible, commandant la valve d'admission d'air et celle d'échappement de fumée.

des tuyaux, par l'augmentation de l'humidité des canivaux, etc. Ces déperditions sont plus fâcheuses encore que les premières, car la consommation de vapeur augmente ainsi sans qu'on soit averti de la cause, et le chauffeur se trouve parfois amené à forcer ses chaudières et à les détériorer.

Ensuite viennent les frais du *personnel spécial*, à entre-

tenir jour et nuit, et les frais des *réparations* nécessitées par les fréquents dérangements.

Une cause importante de dépense est due aussi à ce que la production de vapeur ne peut que difficilement être *proportionnée à la consommation réelle* ; si la température vient à s'élever, ou des locaux à demeurer inoccupés, il ne faut guère songer à réaliser d'économies correspondantes.

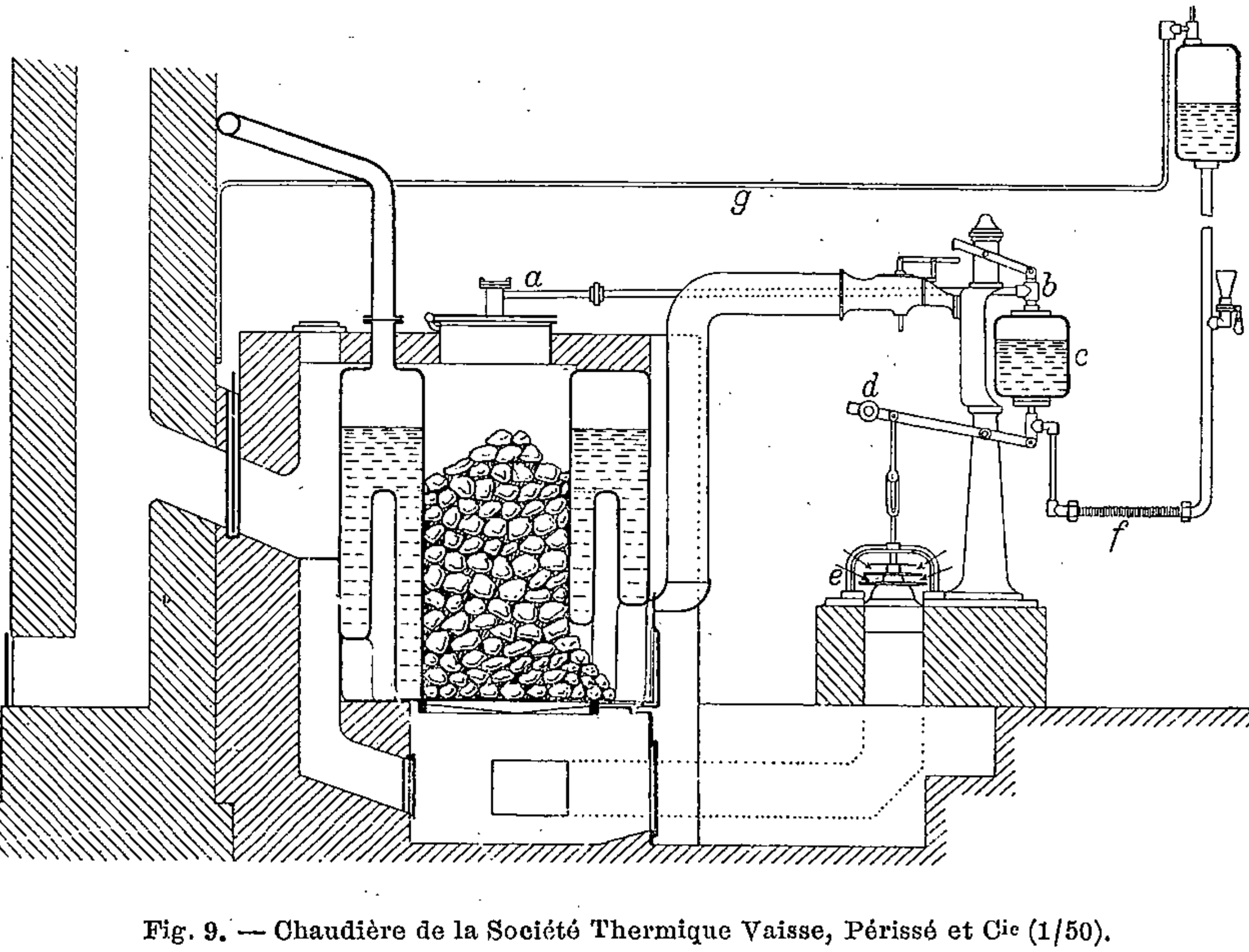


Fig. 9. — Chaudière de la Société Thermique Vaisse, Périssé et Cie (1/50).

Légende. — *ab*, tuyau amenant la vapeur au régulateur ; *c*, régulateur s'élevant ou s'abaissant, suivant que la vapeur en chasse une plus ou moins grande quantité d'eau ; *d*, contrepoids ; *e*, clapets d'admission d'air ; *f*, tuyau flexible ; *g*, trop-plein du tube régulateur de pression.

Enfin, la *première mise d'installation* avec ces systèmes est fort onéreuse, par suite du prix élevé des générateurs, de la longueur des conduites, et surtout du cube de maçonnerie des caniveaux destinés à les contenir.

Le chauffage à l'eau chaude présente à peu près les mêmes inconvénients, aggravés de celui de la *rupture des*

tuyaux par la gelée, et, dans certains cas, de celui de l'*incrustation* [1].

La simple énumération de ces inconvénients, rapprochée de ce que nous avons dit ci-dessus des conditions d'instal-

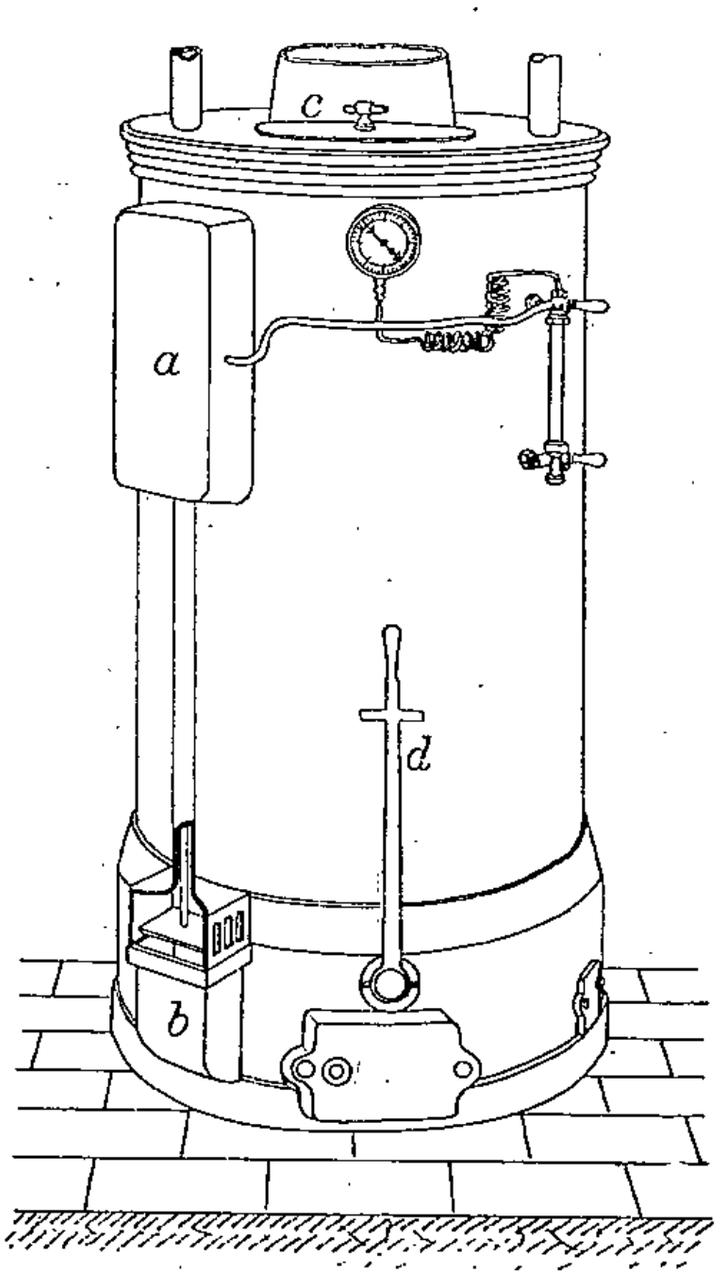


Fig. 10. — Chaudière Grouvelle et Arquembourg (1/50).

Légende. — *ab*, régulateur automatique; *c*, porte de chargement du magasin de combustible; *d*, levier de la grille oscillante.

lation du chauffage à très basse pression, démontre le progrès qu'il a réalisé. En particulier, à cause du réglage automatique de la combustion par la pression de la vapeur (au moyen d'une valve d'admission d'air plus ou moins fermée par cette pression), il proportionne la consomma-

---

1. Dans l'installation de Lariboisière, si souvent citée, répartie par moitié entre la vapeur et l'eau chaude, on a fini par renoncer à cette dernière par suite des incrustations des tuyaux et par étendre à tout l'établissement le chauffage à vapeur de la première moitié, lequel est, d'ailleurs, beaucoup plus compliqué que celui à très basse pression dont nous nous occupons ici.

tion de charbon à la quantité de vapeur condensée, c'est-à-dire au chauffage réellement effectué. Toutes les économies de calories qui pourront être réalisées dans les locaux se retrouveront dans le foyer de la chaudière.

Aussi le chauffage par la vapeur à très basse pression est-il au moins aussi économique que celui par les poêles, une fois la dépense d'installation payée. D'après des relevés faits au cercle militaire de Toul, il reviendrait *par journée moyenne d'hiver et par 100 m³ chauffés* à 0,23 fr. D'autres relevés approximatifs correspondant à l'hôpital de Bergerac donnent pour ce même prix moyen par 100 m³ environ 0,16 fr. Enfin, d'après des renseignements recueillis à l'hôpital Saint-Joseph, où la gestion est conduite, à la vérité, avec un ordre et une économie extrêmes, on peut évaluer à 0,15 fr *par malade et par journée d'hiver* la dépense de charbon pour l'ensemble de l'hôpital, tous services compris (y compris celui de la buanderie et du puisage de l'eau).

Nous ne possédons pas de renseignements précis de même nature pour les poêles ; mais nous ne pensons pas qu'ils dépensent habituellement moins de 0,40 fr par 100 m³ chauffés et par jour, ou de 0,20 fr à 0,30 fr par lit d'hôpital pour l'ensemble des services.

Quant au prix des systèmes de chauffage par station centrale où la vapeur est produite à haute pression, sans parler de l'hôpital Boucicaut où la consommation de charbon atteint 10 000 kg par jour d'hiver pour 180 malades, soit 2 fr par malade, mais où une partie de la vapeur produite est employée au service de l'éclairage électrique, de la cuisine, des ascenseurs, etc., nous pouvons citer l'hôpital de Bucarest. On y consomme, d'après la description mentionnée ci-dessus, 3 500 kg de pétrole brut ou de charbon par jour d'hiver pour 300 malades ; la dépense correspondante peut être évaluée à 1,20 fr par jour et par malade. On voit combien étaient justifiées les objections faites au point de vue de l'économie contre le chauffage à vapeur,

quand il ne comportait que des installations de cette nature.

Poêle tubulaire Besson.

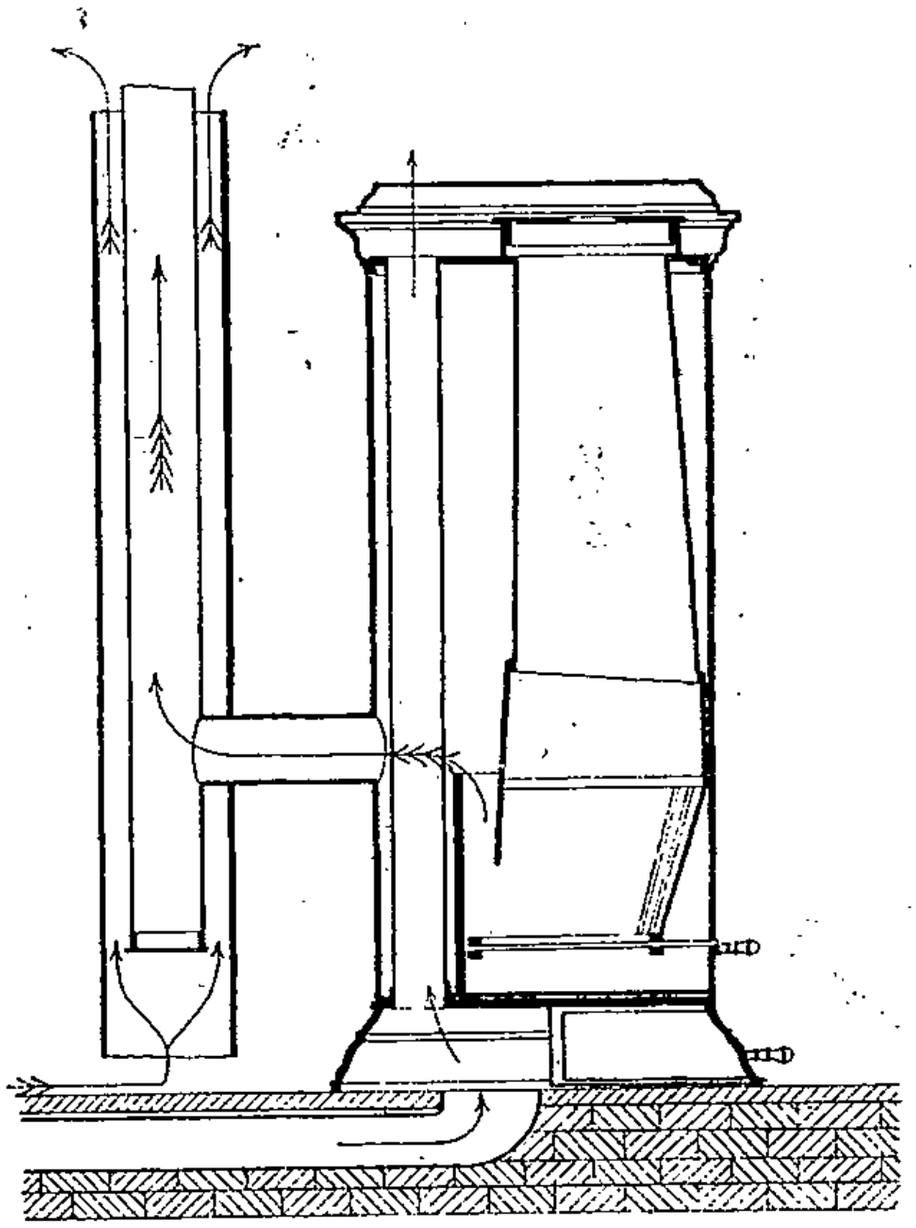


Fig. 11. — Coupe verticale (1/25).

Légende. — Les flèches simples indiquent le trajet de l'air neuf; les flèches barbelées doubles, celui de l'air vicié; les flèches barbelées quadruples, celui de la fumée.

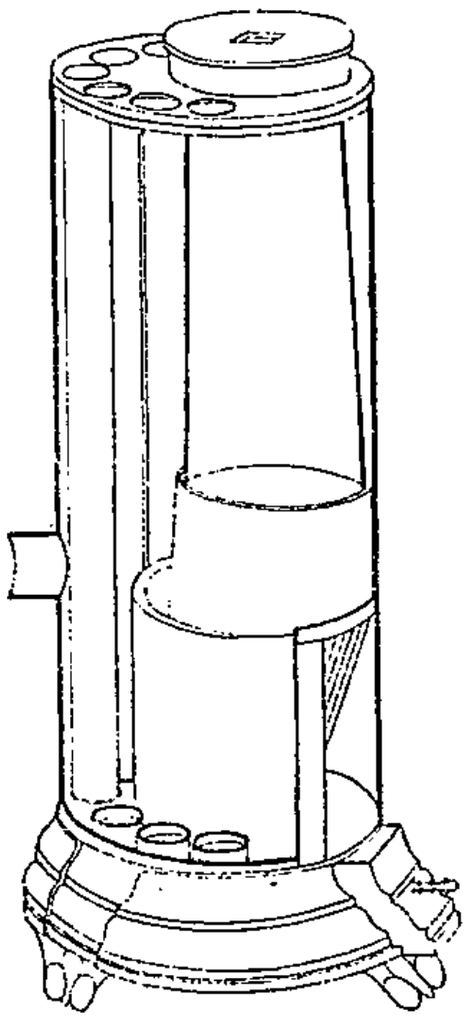


Fig. 12. — Vue perspective.

La dépense paraît être également très élevée dans les systèmes de *chauffage mixte* (air chauffé par la vapeur dans des batteries de tuyaux en sous-sol et distribué dans les salles par des bouches), tels que ceux récemment installés à la maternité de Saint-Antoine et aux pavillons d'isolement des Enfants-Malades. Sans doute on a tenu, pour ces catégories spéciales de malades, à se rendre entièrement maître de la température de l'air ; il existe même aux Enfants-Malades *une batterie de chauffe distincte pour chaque bouche*, c'est-à-dire pour chacun des compartiments individuels entre lesquels est partagé le pavillon des diphtéritiques. Mais ce sont des cas tout particuliers dont on n'a pas l'application dans un hôpital militaire.

Enfin, rappelons, comme nous l'avons dit ci-dessus, que le chauffage par calorifères à air chaud, économique en principe, deviendrait également fort onéreux si l'on voulait éviter son principal inconvénient, savoir la température élevée à laquelle l'air doit être introduit pour apporter la quantité de calories correspondant aux déperditions.

Quant aux poêles, leur consommation modérée de combustible est accompagnée de divers inconvénients : chauffage irrégulier, température difficile à régler, chargements entraînant un bruit et une odeur fâcheuse pour les malades, etc. Un commencement d'asphyxie s'est même produit à l'hôpital de Toul, au cours de l'hiver dernier, dans une petite salle chauffée par un poêle du système Besson, si répandu dans les hôpitaux militaires (fig. 11 et 12). Cet accident paraît attribuable à un mauvais fonctionnement du joint obturateur à sable, dans lequel étaient tombés des fragments de coke.

Description du système. — Voici maintenant quelques détails sur l'installation du chauffage à vapeur à très basse pression, dont nous venons de montrer la supériorité.

La vapeur y est utilisée dans des *radiateurs* qu'il convient, pour les salles d'hôpitaux, de choisir simples et

robustes, exempts de surfaces compliquées où se déposerait la poussière, et débarrassés de toute cage protectrice. Les types représentés figure 13 sont d'un bon emploi.

Pour les petites salles, il est nécessaire d'avoir des radiateurs à débit réglable. Pour les grandes, on peut se contenter d'isoler du circuit un plus ou moins grand nombre des radiateurs disposés sur le pourtour.

Les conduits de vapeur sont en fer, de 0,05 à 0,07 m de diamètre extérieur. On les espace du mur de 0,03 à 0,04 m pour éviter les recoins à poussière et on les tient à quel-

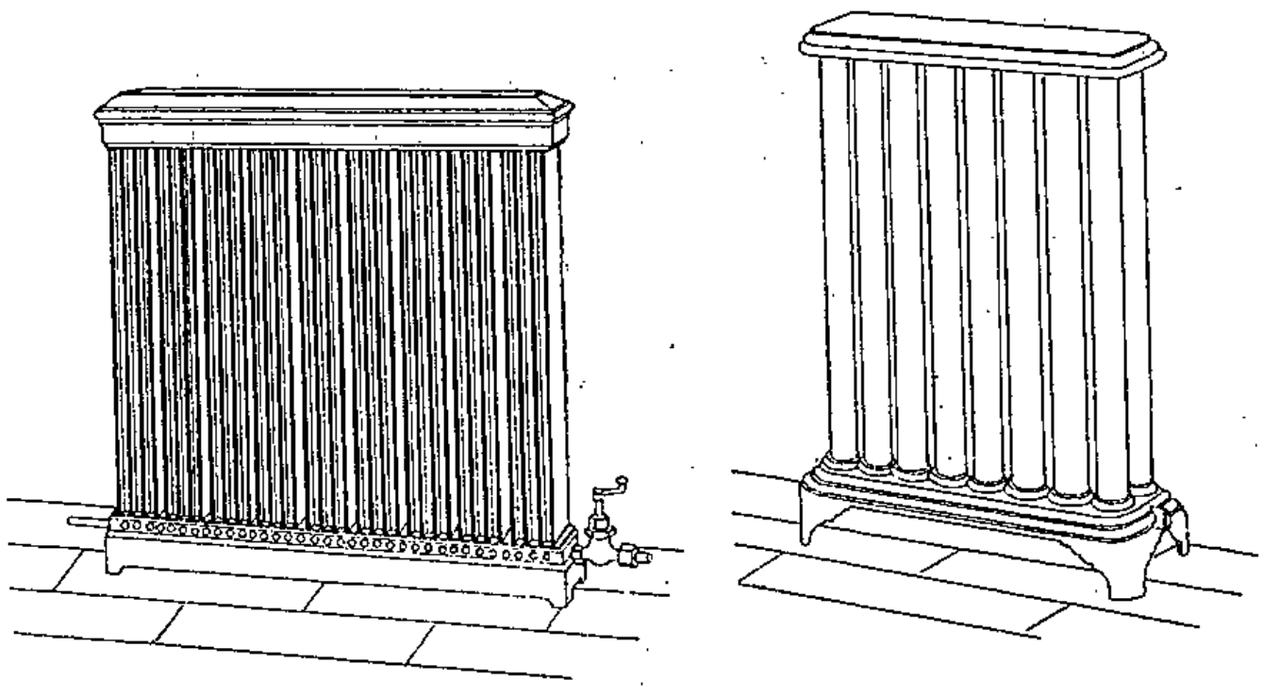


Fig. 13. — Types de radiateurs.

ques centimètres du sol, en leur assurant une pente de 0,0025 à 0,003, pour permettre l'écoulement de l'eau condensée, *dans le même sens que la vapeur*.

Ces tuyaux, dans les salles, sont fixés au dallage par des colliers solides, dans lesquels on leur ménage le léger jeu longitudinal nécessité par les variations de température.

En général, un tuyau dessert le rez-de-chaussée et l'étage d'une seule façade du pavillon, ou d'une moitié de façade, si le pavillon est long et la chaudière placée au centre du sous-sol. Il s'élève d'abord à l'étage par l'angle d'une des petites pièces, suit le pied des fenêtres de cet étage jusqu'à l'extrémité du bâtiment, descend au rez-de-chaussée et revient à la chaudière en suivant le pied des fenêtres de ce dernier.

La première mise d'installation du système de chauffage dont il s'agit peut être évaluée, en moyenne, à 3,50 fr par mètre cube chauffé, prix plus élevé que celui des calorifères à air chaud, mais qui n'est pas disproportionné avec les frais de construction d'un hôpital.

(*A suivre.*)

E. Hoc,
Capitaine du génie.

SUR

LES

OPÉRATIONS DE SAUVETAGE

EFFECTUÉES

A MONTFAUCON-D'ARGONNE

Du 14 au 17 juillet 1899[1]

Le 14 juillet 1899, à 3 heures de l'après-midi, M. le général gouverneur de Verdun recevait du maire de la ville de Montfaucon-d'Argonne, le télégramme suivant :

« Montfaucon, 2h30. — Envoyer extrême urgence, gare Consenvoye, 4 heures, vingt hommes génie avec officier, pour retirer militaire en congé enseveli dans un puits depuis vingt-quatre heures et encore vivant. »

M. le général gouverneur se rendait lui-même chez le commandant Simoutre, commandant le 6e bataillon du génie, et lui prescrivait de prendre immédiatement les mesures d'exécution nécessaires pour mettre en route le détachement demandé.

En raison de la Fête nationale, peu d'hommes étaient restés au quartier. Pourtant, à 3h45, un détachement composé d'un officier (M. le lieutenant Rimbert), deux sergents, un caporal, seize hommes, était prêt à partir. Le détachement se mettait en marche aussitôt et, pendant le

1. Cette relation est extraite textuellement du Rapport officiel du commandant du 6e bataillon du génie en date du 29 juillet 1899.

trajet de la citadelle à la gare, le chef de bataillon donnait à son lieutenant ses instructions.

Il l'informait que deux voitures de matériel de mines étaient en train d'être chargées au parc de l'École à Jardin-Fontaine, et seraient prêtes à partir, par voie de terre, à Montfaucon; le lieutenant, après renseignements pris à son arrivée à la gare de Consenvoye, télégraphierait aussitôt de les mettre en route, s'il en reconnaissait la nécessité.

Départ de Verdun à 4h3; arrivée à Consenvoye à 4h40. — Le détachement arriva à la gare de Verdun, quelques minutes seulement avant le départ du train de Sedan et débarquait à 4h40 à Consenvoye.

Grâce aux renseignements que put lui fournir le courrier de Montfaucon, le lieutenant, chef de détachement, apprit alors que le puits éboulé avait 13 m de profondeur; que les premiers travaux, commencés par les habitants de Montfaucon, avaient entraîné la démolition d'une maison voisine et que tout le terrain avoisinant s'éboulait.

En conséquence, il expédiait de la gare même de Consenvoye au chef de bataillon commandant le 6e bataillon du génie le télégramme suivant :

« Consenvoye, 5 heures du soir. — Envoyer urgence matériel puits Boule pour 15 m. Puits à eau éboulé; maison voisine s'éboule. Train suivant arrive ici à 7h30, voiture directement sur Montfaucon serait préférable. »

Arrivée à Montfaucon à 6h15 du soir. — A 6h15 du soir tous les hommes étaient arrivés, grâce aux chariots envoyés à leur rencontre par la municipalité de Montfaucon.

État des lieux. Travaux des habitants. — Le maire et le lieutenant de pompiers expliquèrent alors au chef du détachement comment s'était produit l'accident et comment on avait dirigé les premiers travaux de sauvetage.

Le 13 juillet, vers 5 heures du soir, le nommé Jouron, soldat au 150e régiment d'infanterie, en permission chez ses parents, était descendu dans le puits de M. Andreu,

sur la demande de celui-ci, pour voir les réparations à faire à la maçonnerie.

Il se tenait suspendu à la corde du puits qu'il tenait de la main gauche et de la main droite sondait l'état des parois.

Il était à peu près au fond du puits, lorsqu'un éboulement se produisit, l'entourant de toutes parts et, avant que M. Andreu eût pu saisir la corde, un second éboulement faisait descendre sur le malheureux toute la maçonnerie supérieure. La margelle elle-même, formée d'une seule pièce de granit, était entraînée.

Les habitants de Montfaucon, accourus en toute hâte, commencèrent immédiatement de déblayer le puits par la partie supérieure. Toutefois, d'après les déclarations de M. Andreu, on n'espérait pas retrouver le malheureux Jouron vivant.

A mesure qu'on enlevait les déblais, on consolidait les terres au moyen de planches quelconques formant coffrage non jointif et étrésillonnées à la hâte. Malgré la mauvaise qualité du terrain et l'imperfection inévitable des moyens de coffrage, on réussit à s'approfondir de 5 à 6 m. Mais, à ce moment, il se produisit des éboulements qui menacèrent d'engloutir les travailleurs. Les terres, mal maintenues par un bourrage très grossier fait avec des branchages, glissaient entre les planches et entraînaient la chute du coffrage supérieur.

A 11 heures du soir, les travailleurs étaient contraints de renoncer à ce procédé dangereux, alors que dès 9 heures on avait commencé à percevoir les appels de l'infortuné Jouron.

On eut alors l'idée d'arriver à lui par une immense tranchée ouverte, et les cultivateurs, accourus de toutes parts, se mirent aussitôt à l'œuvre.

La figure 1 montre que le puits éboulé était à moins de 2 m du mur de pignon de la maison Andreu. On n'était pas descendu de 3 m au-dessous du terrain naturel, qu'on

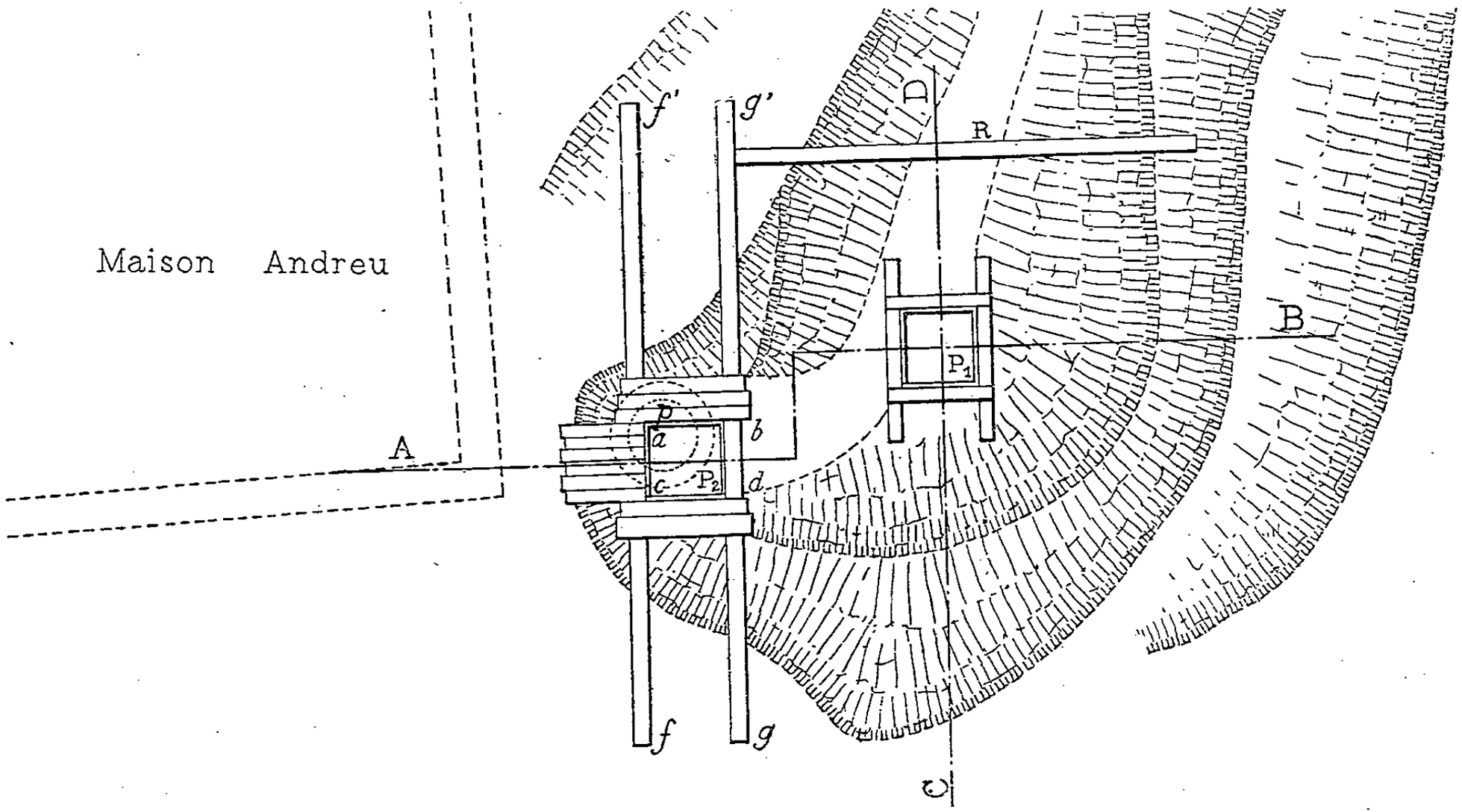


Fig. 1. — Plan du puits éboulé et des travaux de sauvetage (1/100).

Légende. — *p*, puits primitif éboulé ; P_1, premier puits creusé par le détachement du génie ; P_2, second puits creusé par le même détachement; *ff'*, *gg'*, poulies soutenant la gaine du puits P_2 ; R, poutre s'opposant au déversement.

s'aperçut que le pignon de cette maison commençait à surplomber et une pierre s'était même détachée du mur. Dans la crainte de voir la maison s'effondrer sur le puits, les habitants n'hésitèrent pas à en commencer la démolition, tout en continuant la tranchée.

Mais, vers 2 heures de l'après-midi (14 juillet), il fallut s'arrêter. On se trouvait sur une ancienne carrière, recomblée depuis moins de quinze ans, et les terres s'éboulaient de toutes parts, par grosses masses, menaçant d'engloutir les travailleurs.

C'est à ce moment que, sur la proposition d'un habitant de Montfaucon, ancien sergen du génie, on songea à faire appel aux sapeurs du génie de Verdun.

Vendredi 14 juillet.

6h30 du soir. Premières opérations du détachement. — Dès son arrivée sur le terrain, le lieutenant, chef du détachement, reconnut qu'il était impossible de continuer la tranchée commencée, à cause du cube de terre considérable à remuer et de la nature du sol qui rendait l'exécution des talus très difficile.

Il décida de construire, parallèlement au puits éboulé, un puits à la Boule, comptant ensuite arriver en galerie jusqu'au malheureux enseveli.

Le détachement comptait quelques ouvriers en bois qui, avec l'aide de menuisiers et charpentiers de Montfaucon et sous la direction du sergent Lequeux, improvisèrent sur-le-champ, et sans attendre l'arrivée du matériel de l'École de Verdun, un matériel de puits à la Boule, cadre à oreilles et châssis coffrants. Les planches dont on disposait n'avaient que 27 mm d'épaisseur. Aussi le chef du détachement se réservait-il de ne pas descendre au-dessous de 3 m avec ce matériel improvisé.

En même temps, le sergent Dutoit préparait l'emplacement du cadre à oreilles, faisait couper des gazons pour

le bourrage ultérieur et pour consolider les alentours du puits à creuser, il faisait adoucir les talus de la tranchée.

En raison de la gêne causée par la proximité immédiate de la maison (construite sur voûte) et de la route, et aussi pour diminuer la hauteur de la fouille, on avait choisi comme emplacement du puits P, le point le plus bas de la tranchée construite.

9 heures du soir. Arrivée du matériel de mines. — La fouille, commencée à 7 heures du soir, marchait régulièrement. Quatre hommes se relayaient au fond du puits; tous les autres étaient employés aux travaux accessoires dont il est question plus haut.

Vers 9 heures, arriva la première voiture de matériel envoyée de Verdun par voie de terre (24 km); elle contenait 8 m de puits à la Boule, une barre à mine et divers accessoires, poulies, cordages, lampes de mine, etc. Une heure plus tard, arrivait une seconde voiture contenant 7 autres mètres de puits à la Boule et 8 m de rameau hollandais pour galerie.

10 heures du soir. Sondages à la barre à mine. — Aussitôt après l'arrivée du matériel, le lieutenant, chef de détachement, employa les hommes jusque-là occupés à la construction des châssis et à l'adoucissement des talus, à faire des sondages à la barre à mine à rallonges.

Le premier sondage aboutit dans le puits éboulé à environ 6 m de l'orifice. Pendant cette opération, le soldat Jouron ne cessa de donner des indications qui permirent de déterminer approximativement la position qu'il occupait. Un second sondage, dont la direction se rapprochait davantage de la verticale, conduisit à penser que Jouron avait la tête du côté de la maison Andreu et les pieds du côté de la ville de Montfaucon. Pendant ce second sondage, on avait rencontré des pierres à plusieurs reprises, et tant à cause de la fatigue des hommes, trop peu nombreux pour être renouvelés, qu'à cause de la crainte de blesser le malheureux enseveli qui venait de faire con-

naître qu'il ne pouvait remuer ni bras ni jambes, on en resta là. La suite a, d'ailleurs, montré qu'il eût été absolument impossible de faire parvenir aucun aliment à Jouron au moyen de la barre à mine creuse, ainsi qu'on l'avait tenté tout d'abord.

Samedi 15 juillet.

Pendant ce temps, la fouille du puits avançait régulièrement. A cause de la mauvaise qualité du terrain, il avait été prescrit de ne laisser que quelques centimètres entre deux châssis consécutifs. Le bourrage derrière le coffrage était fait en gazons coupés par les cultivateurs, suivant les indications de deux sapeurs.

2 heures du matin. On rencontre le roc. — Mais vers 2 heures, le sapeur Blanpin, qui travaillait au fond du puits, avertit qu'il venait de rencontrer le roc. D'après les indications des gens du pays, ce devait être un de ces blocs abandonnés par les carriers dans l'exploitation des carrières, lorsqu'ils ne paraissent pas de bonne qualité ou sont trop difficiles à extraire.

L'ordre fut donné de continuer à chercher à entamer ce roc. Mais, dès lors, le travail n'avança plus que très lentement. Le puits, qui avait 3,20 m à 2 heures du matin, n'atteignait que 3,60 m à 6 heures.

6 heures du matin. On tente le déblaiement direct du puits éboulé. — Tout en laissant l'équipe du puits à son travail, le lieutenant reprit les hommes disponibles et s'occupa de déblayer directement le puits éboulé. Pour éviter les accidents dont avaient été menacés les travailleurs civils, il fit dresser une sorte de chèvre à trois pieds, formée de longues perches brêlées ensemble à une extrémité et reposant par l'autre sur le terrain solide, aussi loin que possible du puits éboulé.

Au point de croisement des trois perches fut fixée une poulie ainsi qu'une corde fixe. La poulie permettait la manœuvre du panier, la corde fixe supportait le travailleur.

Ce travail pénible de déblaiement fut commencé par le sapeur Lambert, qui réussit à enlever plus d'un mètre de déblais. A ce moment, la voix de Jouron se fit entendre d'une manière plus claire et on eut l'illusion qu'on n'était qu'à quelques centimètres de lui.

On essaya alors de sonder à la barre à mine directement au-dessus de lui. La barre à mine descendit dans l'éboulement de plus de 1,50 m. A ce moment, Jouron fit connaître qu'il entendait frapper au-dessus de sa tête et que des pierres lui tombaient sur les cheveux. Ces renseignements permirent de conclure que Jouron était à environ 9 m du sol, et on continua le déblaiement.

7 heures du matin. Arrivée du chef de bataillon. — A 7 heures du matin, le commandant Simoutre, commandant le 6e bataillon du génie, parti de Verdun à 4h26 du matin, était arrivé sur le terrain.

A midi. De nouveaux éboulements forcent à abandonner le déblaiement direct. C'est en sa présence que se produisit, un nouvel éboulement qui combla partiellement le puits qu'on cherchait à déblayer, mettant dans une situation périlleuse le sapeur qui y travaillait. Le chef de bataillon donna l'ordre de suspendre ce travail, et les efforts se portèrent du côté du puits latéral, où le travail n'avait, du reste, pas été interrompu.

On tente de déboucher du puits latéral par un rameau fortement incliné. — La profondeur de ce puits n'avait pas sensiblement augmenté, mais, le roc semblant moins dur du côté du puits éboulé, le lieutenant avait donné l'ordre, dès 7h30 du matin, de chercher à déboucher dans la direction de l'homme enseveli par un rameau aussi raide que possible (fig. 2).

Grâce à une veine existant entre deux rochers, le travail marcha d'abord assez facilement. On put avancer de 0,80 m, et une fissure du roc, par laquelle on put faire passer une tringle, permit de voir qu'on était en communication avec le puits éboulé. Toutefois, cette fissure con-

duisait plus de 2 m trop haut, et on chercha encore une fois, mais sans grand succès, à élargir la veine, juste suffisante pour donner passage à la tête d'un homme.

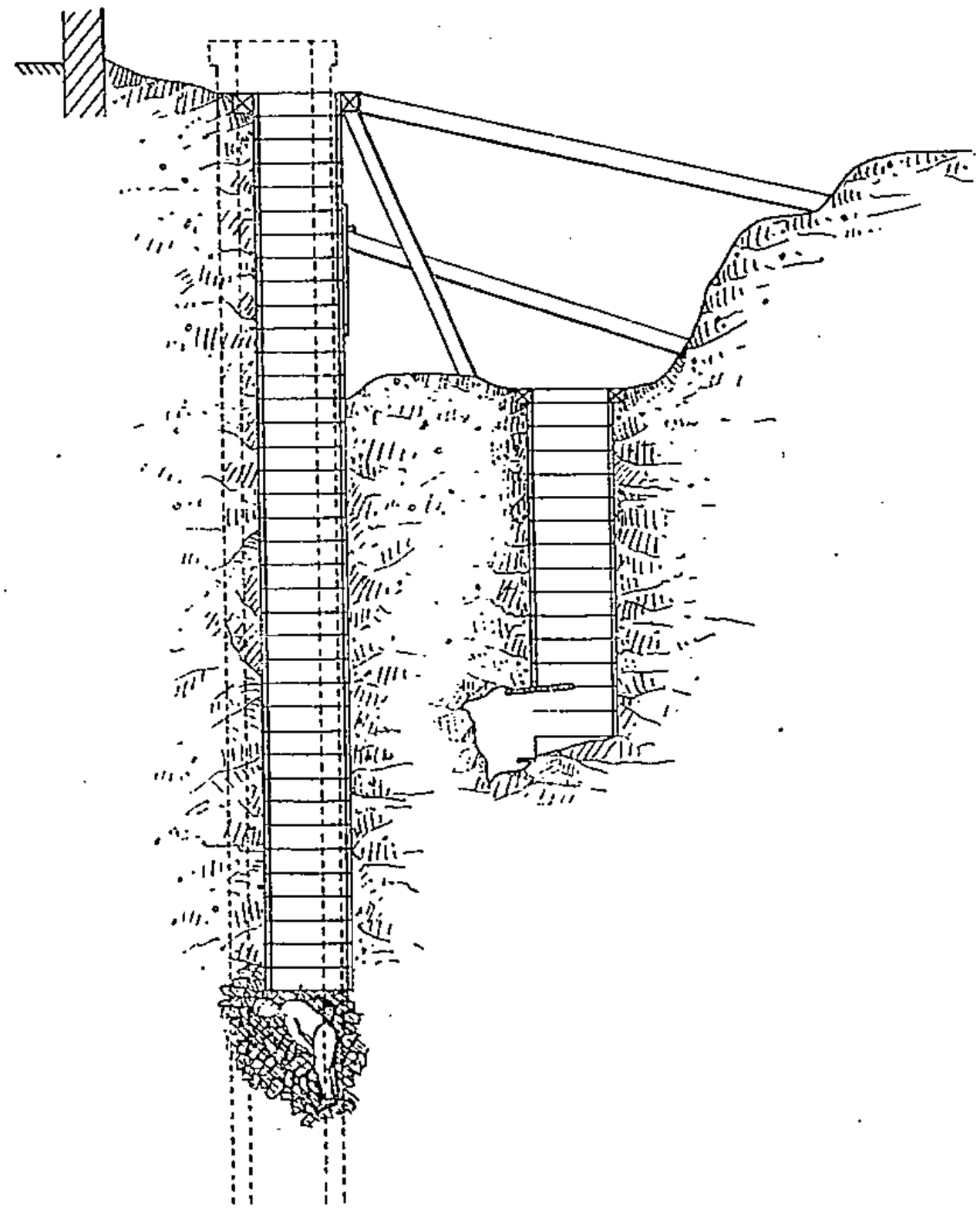


Fig. 2. — Coupe des travaux de sauvetage suivant AB (1/150).

1 heure de l'après-midi. Derniers efforts sur le roc formant le fond du puits. — Le maire procura alors aux sapeurs les outils spéciaux dont se servent les carriers du pays pour l'exploitation de cette pierre, qu'ils appellent *pierre morte* et qui semble être formée d'une multitude de silex ou nœuds agglomérés par de l'argile compacte. L'enfoncement était insensible. On ne réussit pas à faire pénétrer dans le roc le pistolet d'une barre à mine de 6 m de longueur, manœuvrée du haut du puits par quatre hommes.

D'ailleurs, à ce moment, un carrier venait déclarer que

le bloc auquel on s'attaquait avait 7 à 10 m d'épaisseur et qu'il y en avait de semblables autour du puits.

Ce renseignement, confirmé par plusieurs sondages à la barre à mine, conduisit le chef de bataillon à décider de suspendre le travail d'enfoncement et à attaquer le terrain au seul endroit où l'on fût sûr qu'il n'y avait pas de roc, c'est-à-dire au sein même de l'éboulement.

2 heures de l'après-midi. Construction d'un nouveau puits à l'emplacement du puits éboulé. — On ne s'arrêta à cette solution dangereuse qu'après mûre réflexion. Comme il a été dit plus haut, pendant les premiers travaux de déblaiement, les terres avaient été maintenues par un coffrage irrégulier, formé de planches quelconques, retenues elles-mêmes par des étrésillons généralement horizontaux, disposés en tous sens et se recroisant dans leur superposition ; le fonçage d'un puits intérieur au déblaiement nécessitait l'enlèvement préalable d'un grand nombre de ces étrésillons. La décision à prendre à cet égard était grave, car il était à craindre qu'en enlevant ces étrésillons on ne provoquât un éboulement capable d'engloutir le travailleur et peut-être d'écraser le soldat enseveli. Cependant il fallait se hâter, car il y avait quarante-six heures que l'accident s'était produit. La voix de Jouron semblait devenir plus faible et on ne pouvait songer à arriver à lui, en traversant le roc, qu'après un travail extraordinairement pénible de plusieurs jours. Comme, d'autre part, Jouron avait pu supporter, sans être écrasé, l'éboulement primitif et qu'on venait de le décharger de plusieurs mètres de hauteur de pierre, on fut amené à espérer qu'il pourrait encore supporter des éboulements, même considérables, se produisant au-dessus de lui. L'ordre de retirer les étrésillons gênants, de descendre une gaine en bois et foncer un puits au sein même de l'éboulement fut donc donné par le chef de bataillon.

Dispositif employé. Précautions prises pour éviter les accidents. — A 2 heures, le lieutenant, chef du détachement,

réunissait ses deux sergents et leur expliquait qu'il allait construire, avec les cadres du puits à la Boule, une sorte de gaine formée d'éléments de quatre cadres (1,20 m), éléments qu'on superposerait ensuite.

Le travail commença immédiatement. Pendant ce temps, on se préoccupait, en enlevant certains étais, de ménager dans l'axe de l'éboulement un passage pour la gaine à placer. Le sapeur Lambert, suspendu à la corde fixée à la chèvre montée antérieurement, alla attacher un certain nombre de cordages aux étais à enlever. Le bout libre de chacun de ces cordages était maintenu sur le sol et, quand Lambert fut remonté, des hommes, tirant sur les cordages, arrachèrent les étais, en commençant par les plus rapprochés du fond.

Les éboulements qui se produisirent ramenèrent la profondeur de l'excavation à 5 m environ. Lambert, suspendu par une corde et au mépris du danger, redescendit dans l'excavation pour en retirer diverses pièces de bois, planches, etc., qui eussent été gênantes. Pendant ce temps, six éléments de gaine avaient été préparés.

3 heures de l'après-midi. — Pour les descendre et les mettre en place, on les suspendit successivement à la corde de la poulie établie au-dessus de l'excavation. Une autre corde maintenait à l'intérieur de la gaine un travailleur qui descendait en même temps qu'elle et la guidait dans sa descente, aidé en cela par d'autres travailleurs, agissant avec des perches ou avec de longues tringles.

On superposa ainsi d'abord, sans aucune liaison entre eux, quatre éléments de gaine formant une hauteur de 5 m.

A partir de ce moment, on put considérer le travailleur placé à l'intérieur de la gaine comme relativement à l'abri. Mais il fallait se hâter, dans la crainte de tout nouvel éboulement, de réunir les différents éléments de la gaine et d'en soutenir l'ensemble qui jusqu'alors reposait sur

les déblais du fond de l'excavation. On prit aussitôt les dispositions suivantes :

Deux énormes poutres en chêne de 6 m de longueur (les plus longues qu'on put trouver dans Montfaucon) furent apportées par les habitants.

On les plaça sur le sol, à 0,80 m l'une de l'autre, à peu près parallèlement au mur de pignon de la maison Andreu (fig. 1) et on les établit horizontalement. Le terrain était particulièrement mauvais du côté g' de la poutre de

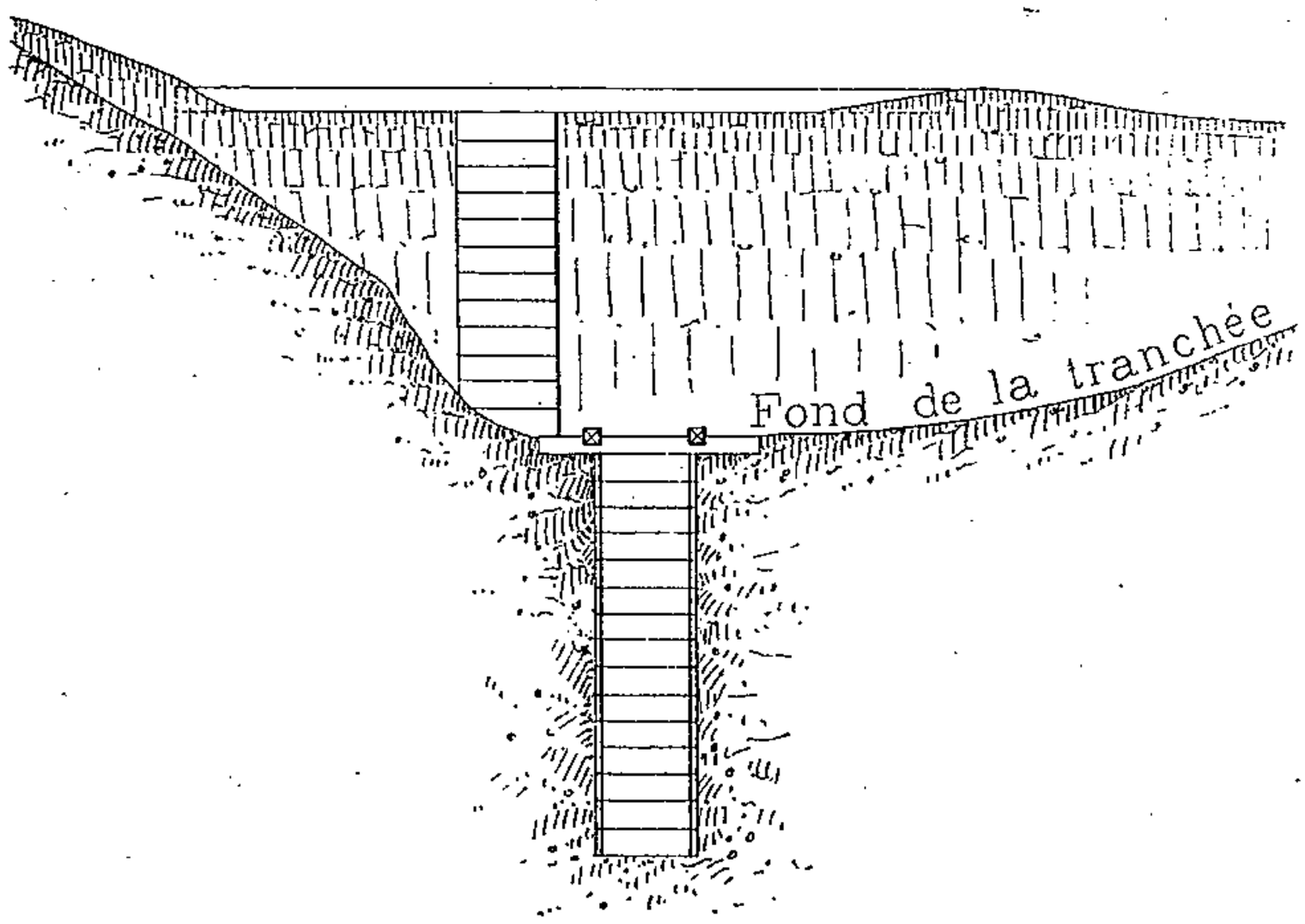


Fig. 3. — Coupe des travaux de sauvetage suivant CD (1/150).

droite. Les sapeurs établirent promptement un talus en gazon, et une poutre venant buter sur le talus opposé de la tranchée fut placée pour s'opposer au déversement.

Le premier élément de gaine fut alors cloué au moyen de longues pointes de 0,10 à 0,12 m sur les poutres ff', gg'. Des hommes, prenant appui sur ces poutres, maintenaient le châssis au moyen de tringles clouées, pendant qu'un travailleur, suspendu à l'intérieur, facilitait la mise en place. On put ainsi obtenir, en employant des tringles de plus en plus longues, un véritable tube à section carrée,

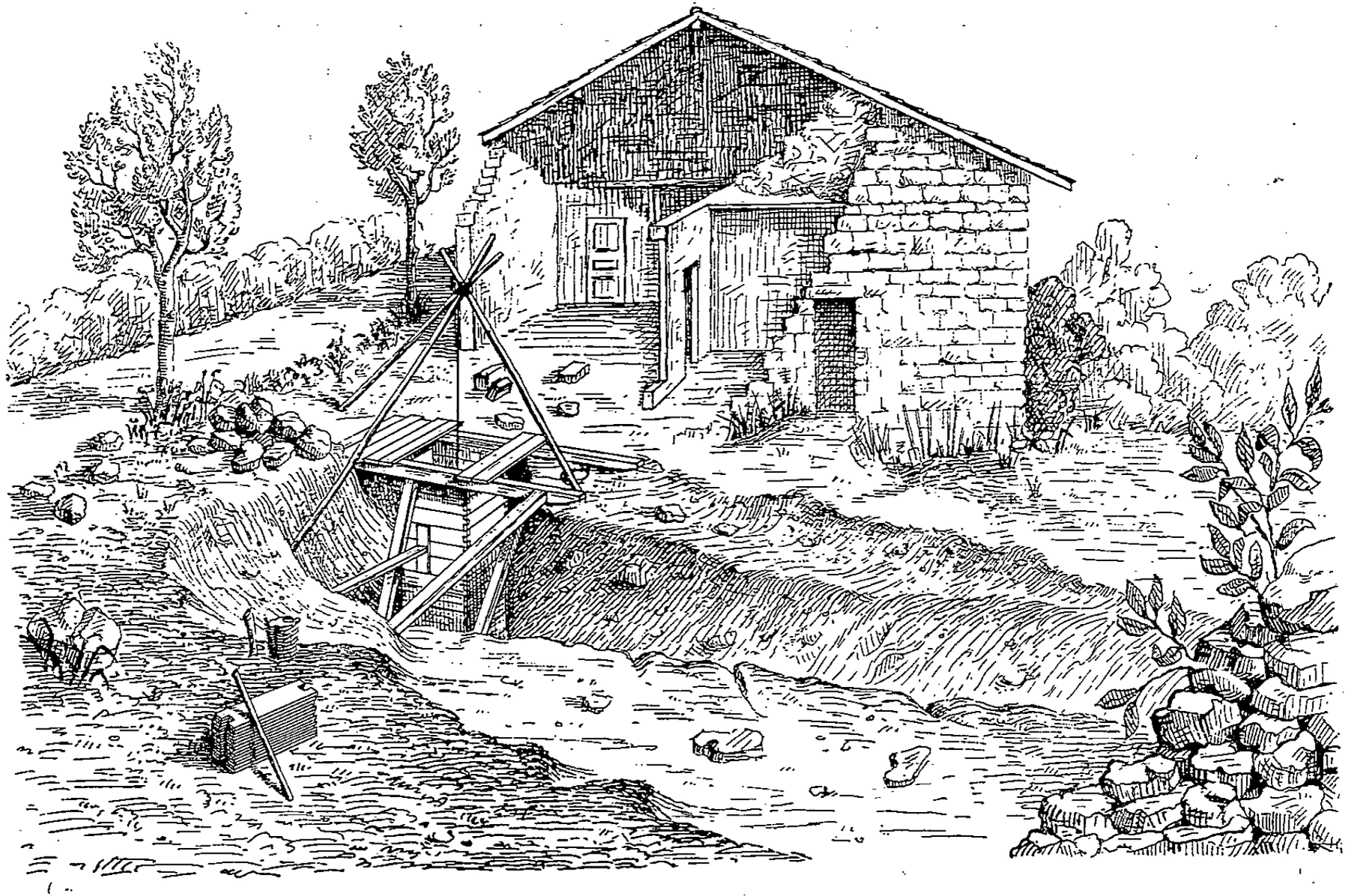


Fig. 4. — Vue d'ensemble prise avant la démolition du puits.

suspendu par sa partie supérieure à deux poutres solidement établies (fig. 3).

La gaine avait été aussi rapprochée que possible de la position de l'ancien puits, et il était à penser que l'angle *a* (fig. 1) était sur la verticale de la tête de Jouron.

Lorsque les quatre éléments furent ainsi placés, l'élément inférieur ne touchait pas exactement les décombres. Le chef du détachement fit établir au fond du puits une plate-forme en gazons en fermant la partie inférieure, afin qu'on pût combler tout autour de la gaine et donner ainsi de la stabilité à cette cheminée jusque-là chancelante.

5 heures du soir. Départ du chef de bataillon. — A 5 heures, au moment de son départ de Montfaucon, le commandant du 6e bataillon du génie emportait l'assurance et déclarait au maire et au lieutenant de pompiers que le travail marcherait dès lors régulièrement et que bientôt Jouron serait sauvé.

Envoi d'un détachement de renfort. — A cause de la multiplicité des opérations à effectuer, il n'avait pas été possible de diviser en brigades les seize sapeurs présents. Ceux qui n'avaient pas travaillé au puits étaient exténués par la manœuvre de la barre à mine. Aussi le chef de bataillon décida-t-il d'envoyer, par le premier train du lendemain, un nouveau détachement de douze hommes.

A partir de 6h30 du soir, on reprit les travaux de fonçage. Sept hommes étaient employés en permanence : le mineur, deux hommes pour remonter les déblais et quatre hommes au cordage maintenant le mineur, prêts à le remonter à la moindre alerte.

Quatre mineurs seulement, qui furent admirables d'énergie et de ténacité, se relayèrent au fond du puits et travaillèrent toute la nuit : le caporal Mercier et les sapeurs Blanpin, Lambert et Moreau.

Grâce à eux, à 7 heures du matin, au moment de l'ar-

rivée du sergent Jacquot avec le détachement de renfort comprenant douze hommes, le puits avait 6,90 m de profondeur.

Les débuts du travail avaient été rendus particulièrement pénibles par la présence de planches et de débris de fagots provenant des essais précédemment tentés par les habitants de Montfaucon, car le plus souvent on ne put extraire ces planches et ces branchages qu'en les sciant à grand'peine à l'intérieur de ce puits étroit.

Dimanche 16 juillet.

1 heure du matin. On emploie le foin pour le bourrage. — Vers 1 heure du matin, il s'était produit un léger retard dans la construction du puits. Les gazons jusque-là employés pour le bourrage en arrière des châssis coffrants, retombaient au fur et à mesure qu'on descendait. Le lieutenant fit alors remplacer les gazons par du foin qui formait un bourrage plus élastique et retenait mieux les pierres, et le travail continua alors sans incident.

7 heures du matin. Arrivée du deuxième détachement : un sous-officier et douze hommes. — A 7 heures du matin arrivait le détachement de renfort comprenant quatre mineurs de profession.

Les sapeurs qui travaillaient depuis l'avant-veille purent prendre un peu de repos. Ils s'étendirent sur quelques bottes de foin à quelques mètres du puits, prêts à accourir au premier signal.

L'arrivée du nouveau détachement activa très sensiblement la continuation du puits.

A 8 heures du matin, on était à 7,35 m et l'on estimait que la tête de Jouron était à moins de 1 m. A ce moment, sa voix avait repris de la force. On l'entendait distinctement donner des indications aux travailleurs qui, de leur côté, ne cessaient de l'exhorter à la patience.

Vers 11 heures, le sergent Jacquot, qui était descendu

dans le puits, vint annoncer qu'on n'était plus qu'à quelques centimètres de l'homme enseveli, car on l'entendait respirer.

Le sapeur Lambert vint alors réclamer à son lieutenant l'honneur de redescendre dans le puits pour terminer le sauvetage qui semblait prochain. Une demi-heure après, il recevait l'ordre de remonter et annonçait qu'il avait touché les cheveux.

11h30 du matin. On arrive à l'homme. — Le chef de détachement expédia alors au commandant du 6e bataillon du génie le télégramme suivant :

« Montfaucon, 11h30. — Sommes arrivés à l'homme, avons touché ses cheveux à 9 m de profondeur. Puits en bon état. Espère terminer avant 1 heure. État moral excellent. »

La nouvelle s'était répandue très rapidement, et de nombreux habitants de Montfaucon et des environs se pressaient aux abords du puits. La gendarmerie avait dû établir une barrière.

C'est à ce moment que commencèrent les opérations les plus délicates du sauvetage.

Jouron, qu'on s'attendait à trouver dans une position presque verticale, vu le peu de largeur du puits éboulé qui n'avait que 0,60 m de diamètre, avait le corps plié en deux, le tronc à peu près horizontal et les jambes verticales. Il se trouvait dans l'espace étroit compris entre le puits à la Boule et la maçonnerie du puits éboulé à peu près intacte à cet endroit. La tête était tournée vers le fonds du puits, et on s'expliquait ainsi que, jusqu'au dernier moment, le malheureux n'ait pu apercevoir la clarté de la lampe qu'on plaçait au-dessus de lui.

12h15. La tête est dégagée. — A 12h15, le sapeur Blanpin, qui avait succédé à Lambert exténué, réussit à dégager complètement la tête, et le lieutenant Rimbert parvint ainsi à faire boire à Jouron un peu de thé chaud alcoolisé qu'il passa lui-même sous sa tête. Le malheureux était

complètement enchâssé dans les pierres de l'éboulement ; à mesure qu'on enlevait les pierres sur lesquelles reposait son visage, on les remplaçait par du foin.

2 heures de l'après-midi. Le tronc est dégagé.— A 2 heures, le tronc était complètement dégagé. Les figures 5 et 6 font

Croquis montrant la position de Jouron au moment où ou arrive à lui.

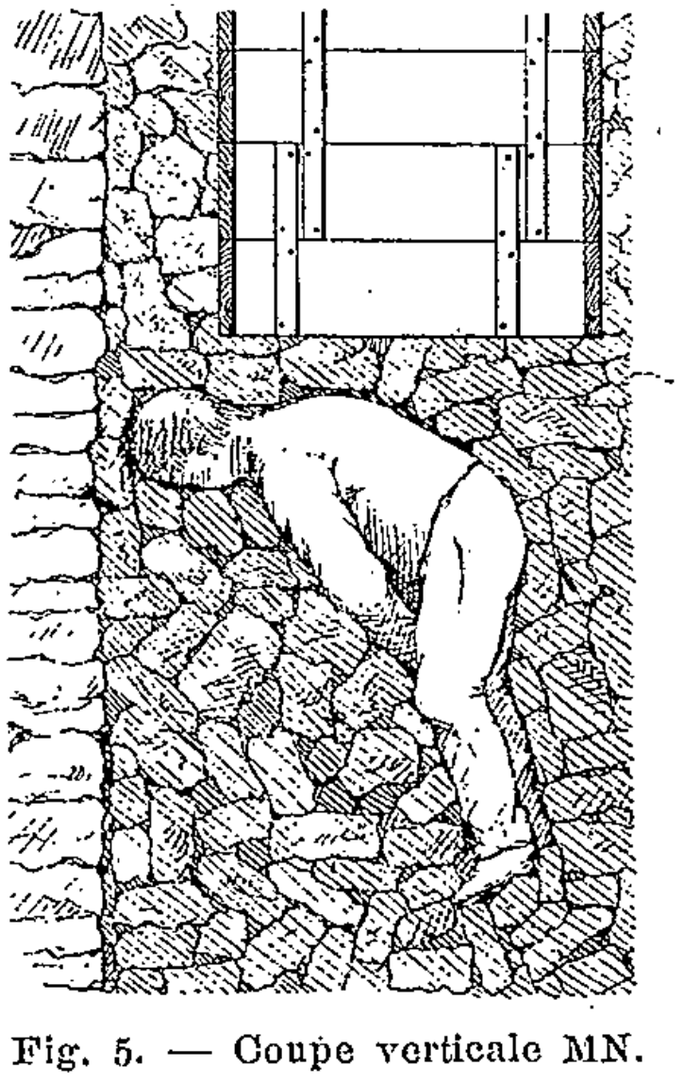


Fig. 5. — Coupe verticale MN.

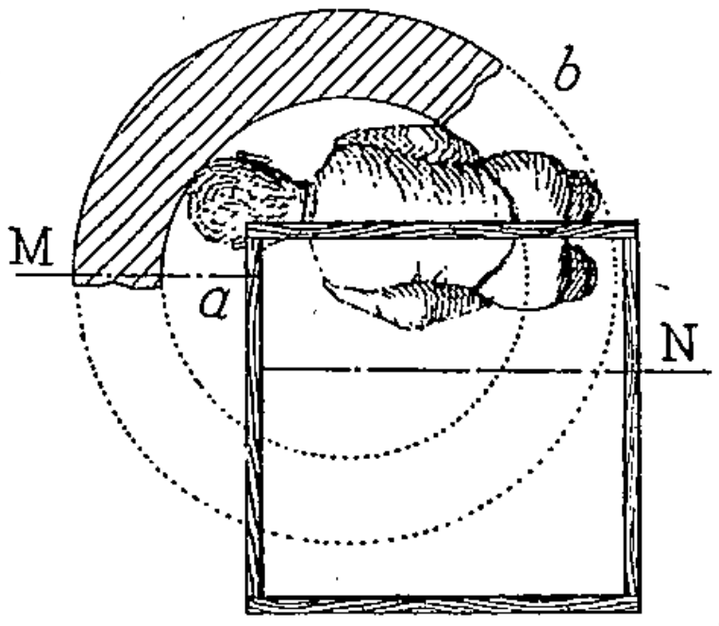


Fig. 6. — Plan.

comprendre la position de Jouron entre les deux puits. Cette position rendait impossible tout coffrage régulier. On se borna à bourrer avec du foin en *a* et en *b*, où quelques éboulements pouvaient encore être à craindre, et on chercha à dégager les pieds sans approfondir le puits, qui avait exactement 9,10 m de profondeur au-dessous de l'o-

rigine, soit environ 10 m au-dessous du niveau de la face supérieure de l'ancienne margelle.

Ce fut le sapeur Dufossé, redescendu dans le puits, qui commença le travail difficile du dégagement des pieds. Il parvint à ramener la tête et le corps de Jouron dans l'intérieur du puits à la Boule ; Jouron s'aidait, d'ailleurs, de toutes ses forces et ne cessait de donner des indications à son sauveteur. On tenta alors de sortir Jouron. On lui passa une corde sous les aisselles, et quatre hommes firent effort du haut du puits.

Mais les jambes et les pieds de Jouron étaient si fortement encastrés dans les pierres de l'éboulement qu'on ne put arriver à le sortir ainsi.

Comme il était très dangereux d'approfondir le puits, car la position de Jouron rendait tout coffrage impossible, il fallut enlever une à une les pierres qui retenaient ses jambes.

Passant sous le corps de Jouron, qu'il supportait tout entier, Dufossé, la tête en bas, se mit en devoir de le dégager. A ce moment, Jouron, que la tentative précédente avait épuisé, était incapable de faire le moindre mouvement. D'autre part, Dufossé était complètement engagé sous lui et, si un éboulement quelconque s'était produit à cet instant, on eût eu deux hommes à sauver au lieu d'un. Ce fut vraiment l'opération la plus dangereuse du sauvetage. Bientôt Dufossé était exténué et, malgré la demande de Jouron qui, sentant sa délivrance prochaine, le suppliait de ne pas s'en aller sans lui, il fallut lui donner l'ordre de se faire remplacer.

Le sapeur Blanpin vint procéder de la même manière ; plus robuste que Dufossé, il arriva assez rapidement à enlever les pierres qui emprisonnaient les pieds de Jouron. Puis, d'un coup de rein il réussit à le soulever, en même temps que quatre hommes agissaient en haut du puits sur la corde qui passait sous les aisselles de Jouron, qui bientôt reposait dans le fond du puits à la Boule.

3h45 de l'après-midi. Jouron sort du puits. — On fit alors descendre une sorte de siège maintenu par une double corde reliée au treuil. Blanpin réussit à asseoir Jouron sur ce siège, lui croisant les bras autour des cordes de suspension, et on commença l'ascension très lentement, en même temps que, par la corde qui passait sous les aisselles, on maintenait le corps de Jouron, à ce moment tout à fait inerte.

A 3h45, il sortait définitivement du puits, 71 heures après l'accident.

Immédiatement après lui, on remontait son sauveteur Blanpin. Au moment où Jouron apparut à l'ouverture du puits, la foule poussa des vivats et des acclamations.

Et ce fut peut-être une des causes qui produisirent l'évanouissement de Jouron.

On le transportait aussitôt dans une des chambres de la maison Andreu, partiellement démolie, et quelques minutes plus tard il revenait à lui. Le docteur Engel, médecin de Montfaucon, déclarait alors qu'il n'avait que des contusions, très nombreuses à la vérité, mais aucune blessure grave.

Le 20 juillet, il a pu écrire à l'officier qui commandait les sapeurs une lettre de reconnaissance ; son rétablissement complet n'est plus qu'une question de jours.

17 juillet.

De 6 heures à 9 heures du matin. Démolition des puits. — En raison des fatigues des sapeurs et de l'affluence de la population accourue sur les lieux de l'accident (le sauvetage eut lieu un dimanche), la démolition des puits fut remise au lendemain 17 juillet.

On commença par le puits latéral, de 3,80 m de profondeur.

Pour le puits principal, de crainte d'accident, le lieutenant chargé de l'opération décida de ne pas commencer

le décoffrage dès le fond même du puits, et il le fit combler sur une hauteur d'environ 1,50 m avec des gazons.

Les opérations du décoffrage se poursuivirent régulièrement : après chaque châssis enlevé, on prenait soin de faire combler le puits, et les travailleurs furent toujours attachés pendant toute la durée de l'opération.

A 9 heures du matin, il ne restait plus qu'à réunir le matériel et à le recharger sur les voitures.

Rentrée à Verdun. — Le détachement rentra à Verdun par le train de 6 heures du soir.

M. le général commandant le 6e corps d'armée a bien voulu honorer le détachement du 6e bataillon du génie, employé au sauvetage de Montfaucon, d'un haut témoignage de sa satisfaction (ordre général du 20 juillet) et transmettre au ministre des propositions en faveur des sauveteurs les plus méritants [1].

C. SIMOUTRE,
Chef de bataillon du génie.

---

1. Par décision présidentielle en date du 30 septembre 1899, rendue sur le rapport du ministre de l'intérieur, les récompenses suivantes ont été décernées aux militaires désignés ci-après du 6e bataillon du 1er régiment du génie :

Médaille d'or. . .	2e classe	M. Rimbert, lieutenant;
Médaille d'argent,	1re classe. . . .	Blampin, sapeur-mineur ;
—	— — . . .	Lambert, —
—	— — . . .	Dufossé, —
—	— 2e classe	Mercier, caporal ;
Mention honorable.		Moreau, sapeur-mineur ;

pour le motif suivant :

« Montfaucon-d'Argonne, 14 au 17 juillet 1899 : Se sont exceptionnelle-« ment distingués en procédant, au prix des plus grands dangers, au sau-« vetage d'un homme enseveli au fond d'un puits sous un éboulement. »

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

PAR ONDES HERTZIENNES

(*Suite et fin* [1].)

STATION MARCONI DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Description sommaire et fonctionnement.

Une station de télégraphie sans fil comprend deux parties, destinées l'une à la transmission, l'autre à la réception, ayant un organe commun : l'antenne.

Transmetteur. — La partie destinée à la transmission, ou poste transmetteur, se compose d'une bobine d'induction dans le primaire de laquelle sont intercalées une source d'énergie (généralement piles et accumulateurs) et une clef Morse. Les extrémités du secondaire sont reliées à deux boules excitatrices formant *l'oscillateur*, et communiquant elles-mêmes, l'une avec l'antenne, l'autre avec la terre (fig. 5).

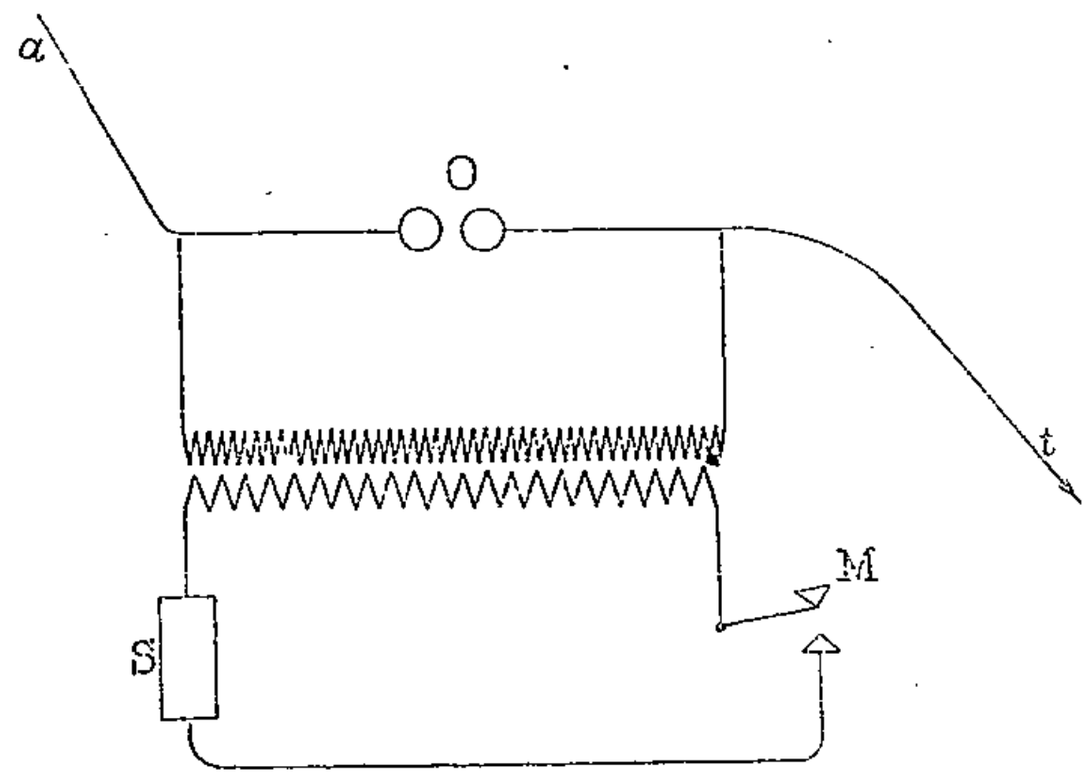


Fig. 5. — Poste transmetteur.

Légende. — S, source d'énergie électrique ; M, clef Morse ; O, oscillateur ; *a*, antenne ; *t*, terre.

---

1. Voir *Revue*, 1899, t. XVIII, p. 250.

Lorsqu'on appuie sur le manipulateur, le circuit primaire de la bobine est fermé et, sous l'effet de l'interrupteur (non indiqué sur le schéma), il se produit dans le secondaire des courants induits, alternatifs, qui chargent les boules excitatrices de quantités d'électricité égales et de signes contraires au même instant, avec une différence de potentiel variable avec le temps. Lorsque cette différence atteint une certaine valeur v, il se produit une décharge oscillante (voir page 235). Cette décharge a lieu chaque fois que la différence de potentiel repasse par la même valeur v. On en aura donc une série, se succédant à des intervalles très rapprochés, grâce à la fréquence des courants alternatifs, tant que l'on appuiera sur le manipulateur.

Ces décharges, comme on l'a déjà vu, engendrent dans l'antenne des oscillations électriques qui communiquent à l'éther ambiant un état vibratoire se transmettant dans tout l'espace.

On peut donc, en appuyant plus ou moins longtemps sur la clef Morse, envoyer dans l'espace de courtes ou longues séries d'ondes électriques, représentant des points et des traits et produisant par leur combinaison les signaux Morse.

Récepteur. — Le poste récepteur se compose essentiellement d'un cohéreur, dont les électrodes sont reliées d'une part à l'antenne et à la terre, et d'autre part aux extrémités d'un circuit contenant un élément de pile, un relais et deux bobines de self-induction. Le contact de ce relais commande deux autres circuits, comprenant, dans une partie commune, une pile de huit éléments et le contact du relais, et contenant en outre, l'un un trembleur destiné à décohérer le tube de Branly, et l'autre un appareil Morse (fig. 6).

Les oscillations développées dans le circuit récepteur par l'état vibratoire de l'éther ambiant, ne peuvent suivre le circuit dérivé du relais, grâce à l'impédance des deux

bobines de self-induction; elles agissent sur le cohéreur et le rendent conducteur. Le circuit dérivé contenant les bobines du relais est alors fermé et les noyaux de celui-ci sont aimantés ; la palette est attirée et ferme les circuits du Morse et du trembleur. Le marteau frappe aussitôt le tube sensible et le décohère : le courant cesse de passer dans les bobines du relais, et la palette, revenant au repos, rouvre les circuits du Morse et du trembleur.

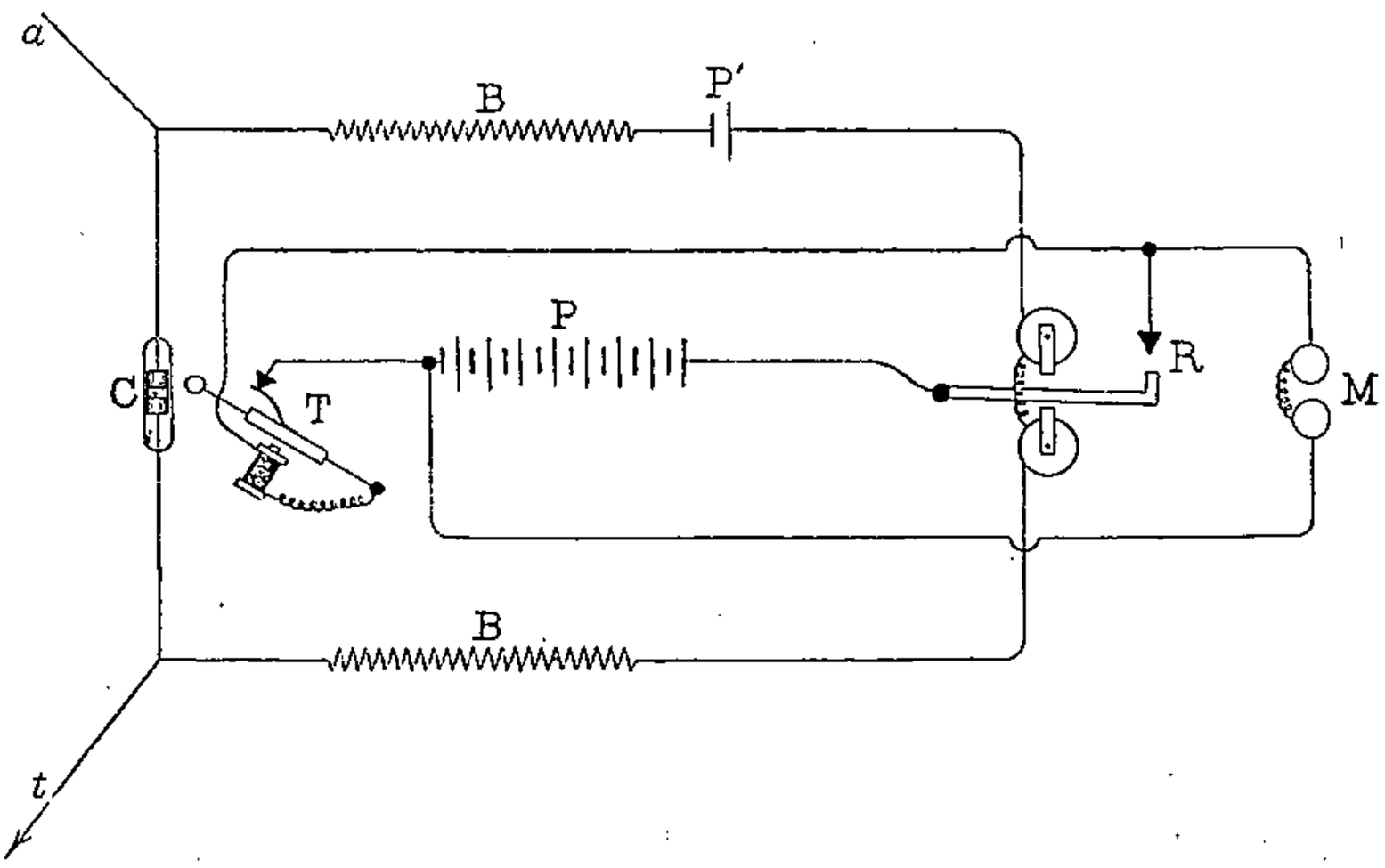


Fig. 6. — Poste récepteur.
Légende. — P, P', piles ; C, cohéreur; T, trembleur ; B, bobine de self-induction R, relais ; M, appareil Morse; *a*, antenne; *t*, terre.

Si des oscillations continuent à se produire dans l'antenne, le cohéreur est de nouveau actionné aussitôt après le choc du marteau : d'où nouvelle attraction de la palette du relais et fermeture des circuits du Morse et du trembleur. Et ainsi de suite, tant qu'il se produira des oscillations dans l'antenne, c'est-à-dire tant que le poste transmetteur enverra des ondes électriques.

Quand celles-ci cesseront, le cohéreur ne sera plus actionné après le choc du marteau, et les circuits du trembleur et du Morse resteront ouverts.

Si le transmetteur envoie une longue série d'ondes, cette série sera donc traduite sur la bande du Morse par

une série de points correspondant à chacun des contacts de la palette du relais. Cette série de points est transformée en un trait par l'artifice suivant : un shunt de cinq cents ohms est placé (fig. 24) en dérivation sur le contact du relais et permet, par suite, le passage permanent d'un courant dans les bobines. Les noyaux de celui-ci ont donc en permanence une certaine aimantation qui, jointe à l'inertie de la palette du Morse, empêche celle-ci de se relever dans l'intervalle des points rapprochés produits par les contacts successifs de la palette du relais.

Si le transmetteur envoie une série courte, on aura un point sur la bande.

Les points et les traits des signaux Morse, produits par le manipulateur du transmetteur, seront donc enregistrés sur la bande du récepteur comme dans une installation télégraphique ordinaire.

Pour éviter que les étincelles d'extra-courant, provenant de la self-induction des bobines, du trembleur, du relais et du Morse, n'agissent sur le cohéreur et ne troublent ainsi la réception, M. Marconi place en dérivation, sur chacun des circuits de ces appareils, des shunts sans self-induction, destinés à absorber ces étincelles (fig. 24). Il place notamment un shunt sur les bobines du relais, pour éviter l'auto-excitation du cohéreur par la self-induction du relais. Cette précaution est très utile ; car, en examinant dans l'obscurité le fonctionnement d'un cohéreur placé dans le circuit d'un relais non muni de shunt, on peut constater la production d'effluves à chaque choc du marteau.

Syntonisation. — M. Marconi a fait breveter, en mars 1899, le dispositif décrit ci-après :

Pour la réception, l'antenne est reliée, non plus directement au cohéreur, mais à l'une des extrémités du primaire d'une bobine d'induction, l'autre extrémité étant à la terre. Le cohéreur est intercalé dans le secondaire de la bobine en même temps qu'un condensateur (fig. 7).

L'inventeur ne donne aucune théorie de ce dispositif. Le rôle de la bobine d'induction paraît assez obscur, car il est difficile d'admettre que les oscillations directes ou induites, s'il y en a, suivent les circuits de la bobine, étant donnés leurs grandes impédances et le peu d'isolement des fils.

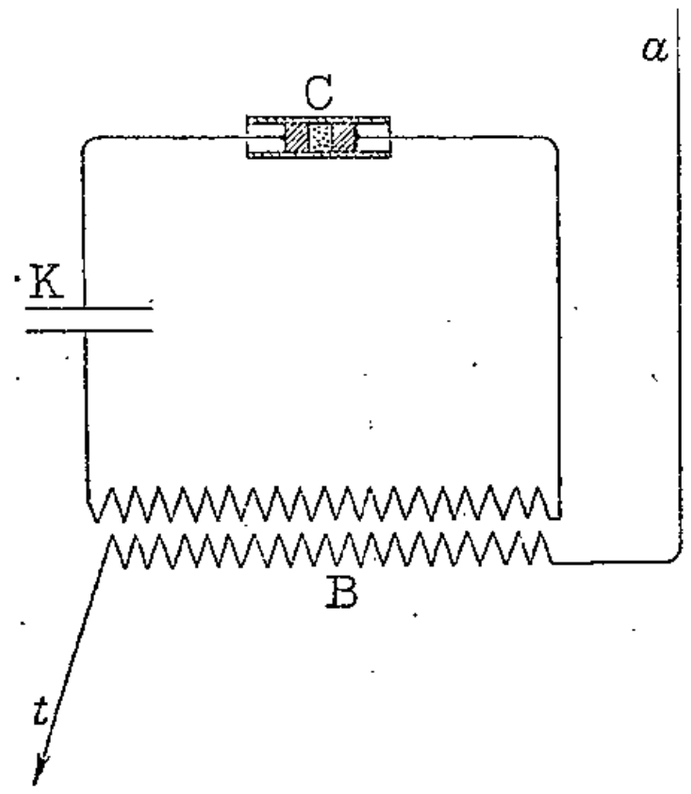


Fig. 7. — Dispositif de syntonisation de M. Marconi.
Légende. — B, bobine d'induction ; C, cohéreur ; K, condensateur ; *a*, antenne ; *t*, terre.

Quoi qu'il en soit, M. Marconi dit dans son brevet « qu'il est désirable que la bobine d'induction soit en syntonie, avec l'oscillation électrique transmise, le nombre de tours et l'épaisseur du fil la plus appropriée variant avec la longueur d'onde transmise ».

La liaison directe de l'antenne à la terre a, en outre, pour effet « de réduire dans une certaine mesure les effets fâcheux dus aux influences atmosphériques ».

L'inventeur a voulu dire par là que cette liaison permet l'écoulement continu à la terre de la charge que peut prendre l'antenne sous l'influence de l'électricité atmosphérique.

Le fait a été contrôlé à Wimereux, un jour d'orage ; il était possible de tirer de l'antenne de fortes étincelles, alors que son extrémité était isolée des appareils ; mais, aussitôt que cette extrémité était reliée aux appareils, la réception ne présentait aucun trouble et était aussi nette

qu'en temps ordinaire. Il y a lieu de remarquer, cependant, qu'aucun coup de foudre n'a été observé dans le voisinage du poste.

Le condensateur K joue un double rôle : il intervient par sa capacité dans les éléments électriques du circuit et empêche, en outre, la pile du relais d'être en circuit fermé d'une manière permanente.

Ce dispositif permet de rendre un récepteur syntone du transmetteur correspondant.

Si les transmetteurs de deux stations ne produisent pas des oscillations de même période, les communications se feront dans deux tons différents, puisque chaque récepteur doit être réglé sur le transmetteur correspondant. Dans une même station, le transmetteur et le récepteur seront donc dans des tons différents. Cette situation n'a aucun inconvénient, si les deux stations n'ont à communiquer qu'entre elles ; mais si l'une d'elles doit pouvoir communiquer avec une troisième, sans que les signaux échangés soient reçus par l'autre, le réglage devient très complexe, car il faut agir sur le transmetteur et le récepteur pour les accorder sur l'un ou l'autre des circuits correspondants des deux autres stations.

Si, au contraire, le transmetteur et le récepteur d'une station sont dans le même ton, il suffit d'agir sur l'antenne, partie commune aux deux circuits, pour modifier le ton de la station et l'accorder sur une autre qui serait dans les mêmes conditions.

Dans les deux cas, il est nécessaire, pour effectuer le réglage, de pouvoir modifier les éléments électriques de l'antenne.

M. Marconi dispose dans ce but, de part et d'autre de l'antenne, un filet métallique de 40 cm environ de largeur (fig. 8), dont les extrémités sont reliées à la terre ; ce filet a évidemment pour effet de modifier la capacité de l'antenne. Le réglage est obtenu en approchant plus ou moins le filet de l'antenne et en faisant varier sa hauteur.

Ce procédé, quelque peu primitif, pourrait être rendu plus précis et moins sujet aux variations dues à l'action du vent, par des moyens relativement simples.

Pour agir sur la self-induction, l'inventeur ajoute à la partie inférieure de l'antenne des bobines de self-induction de valeur variable, formées par l'enroulement du câble de l'antenne sur des cylindres d'ébonite de 0,004 m de diamètre environ.

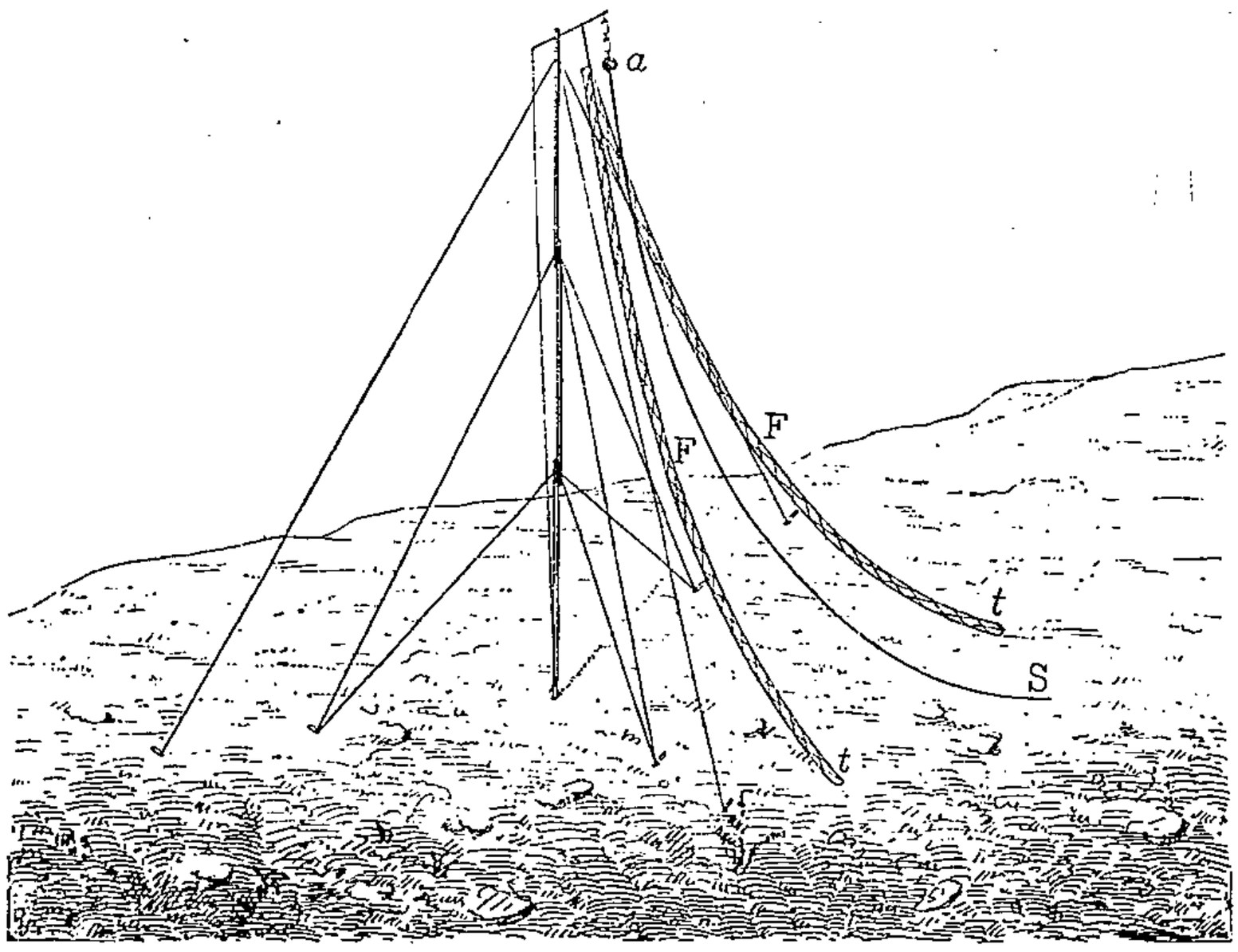


Fig. 8. — Filets métalliques disposés de part et d'autre de l'antenne.

Légende. — F, F, filets ; *a*, antenne ; S, station.

Les expériences faites sur l'efficacité de la syntonisation obtenue par ces procédés ne sont pas absolument concluantes.

M. Marconi n'a jamais pu communiquer à plus de 25 km, sans employer le dispositif décrit dans son brevet de mars 1899.

Description détaillée des divers organes d'une station.

Antenne. — L'antenne est constituée par un câble formé

de sept brins de cuivre de 9/10 de mm de diamètre, recouvert d'une couche de caoutchouc et de rubans isolants.

Il y a avantage, dans le cas où la distance est un peu forte pour la hauteur d'antenne, à employer une antenne de large capacité, par exemple des filets métalliques analogues à ceux employés pour les réglages de syntonisation d'une station.

L'antenne doit être éloignée, autant que possible, des objets conducteurs ou semi-conducteurs, surtout pour la transmission.

La partie supérieure de l'antenne est enroulée en cinq ou six spires de 40 à 50 cm de diamètre, reliées électriquement entre elles par l'extrémité dénudée du câble, que l'on a enroulée successivement sur chacune des spires en des points également dénudés (fig. 9). Ces spires sont

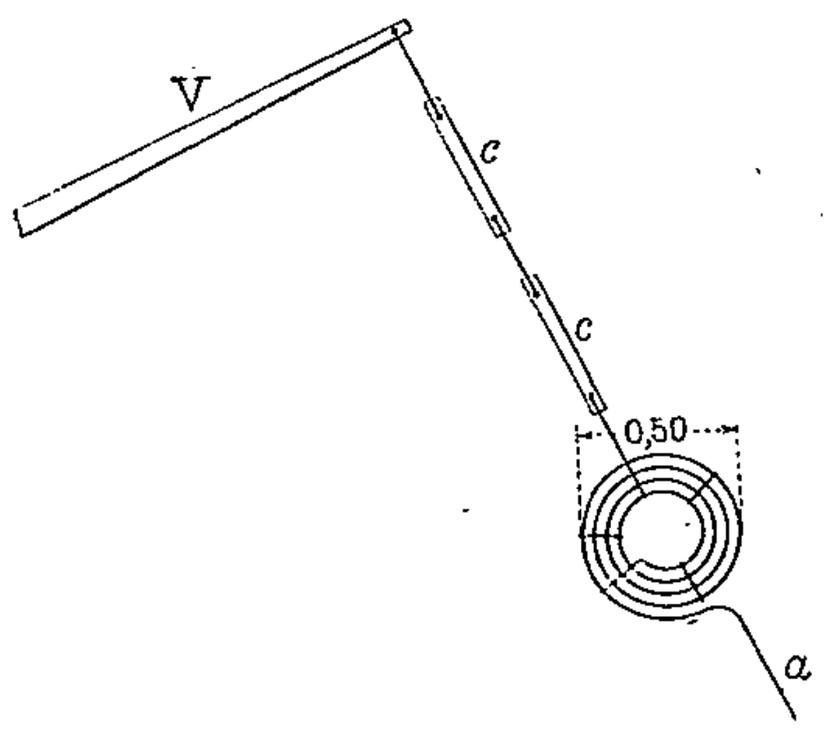


Fig. 9. — Mode d'attache de l'antenne.

Légende. — *a*, antenne ; *c*, *c*, cylindre d'ébonite ; V, vergue.

quelquefois remplacées par un cylindre en treillis métallique de 0,50 m de longueur environ, auquel le câble est relié électriquement[1].

Les spires, ou le cylindre, sont attachées au moyen de cordelette paraffinée à une série de deux cylindres d'ébonite de 0,50 m de longueur et de 0,04 m de diamètre, l'extré-

1. La présence de cette capacité, ou plaque de ciel, à l'extrémité de l'antenne n'est pas indispensable ; son rôle est d'ailleurs mal connu.

mité libre du dernier étant fixée à l'extrémité d'une vergue placée à la partie supérieure d'un mât analogue à un mât de navire. Ce mât, formé de plusieurs parties que l'on met successivement en place, est solidement amarré au sol par des haubans (fig. 10).

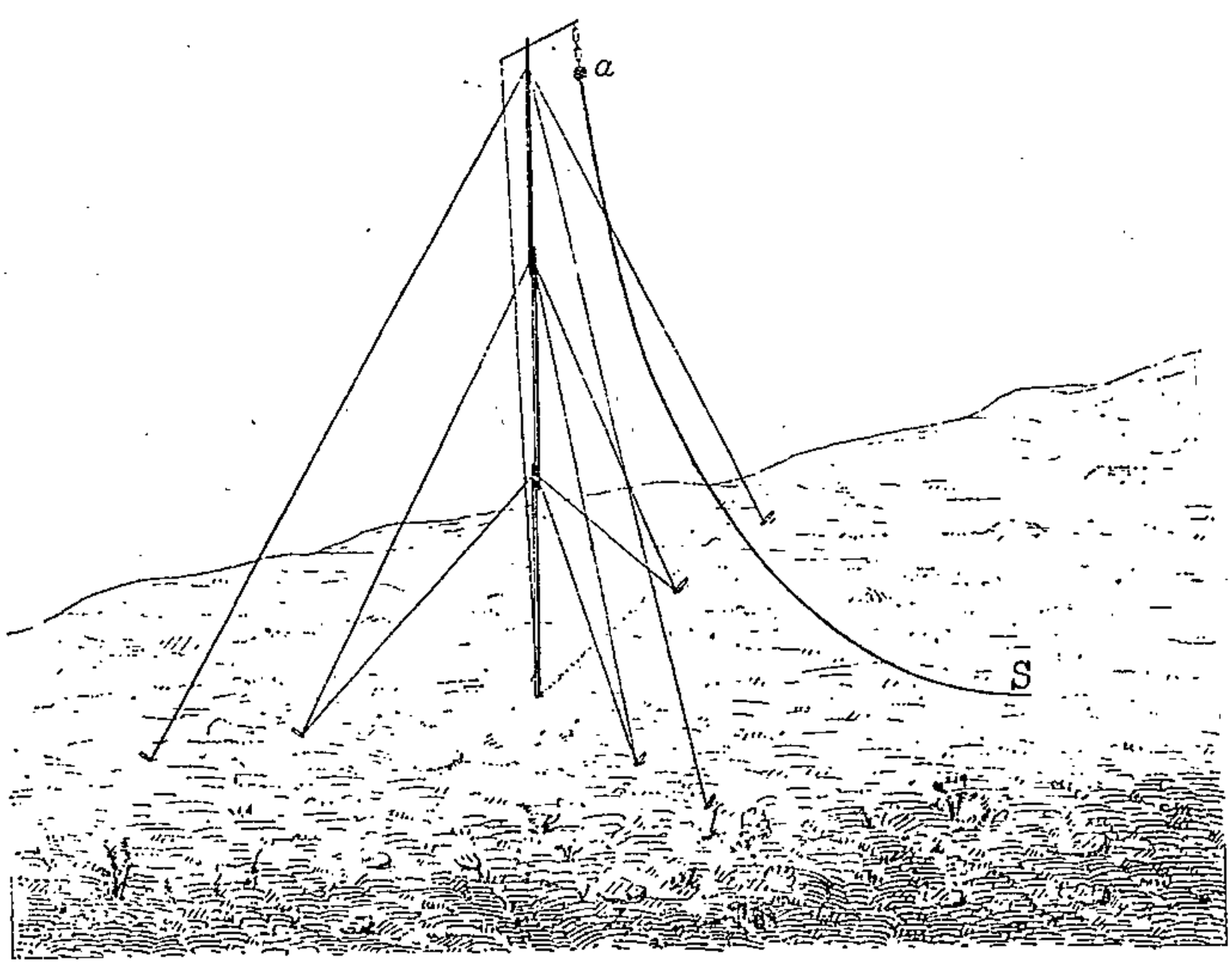


Fig. 10. — Mode d'amarrage du mât auquel est fixée l'antenne.
Légende. — *a*, antenne ; S, station.

Pour éviter que les effets de traction causés par le vent n'agissent sur les appareils auxquels est reliée l'antenne, celle-ci est fixée au sol ou aux bâtiments, 1 m ou 2 m avant son entrée dans la station, au moyen de cordelettes paraffinées, dans lesquelles sont intercalés des cylindres d'ébonite ou de porcelaine, qui assurent un bon isolement.

L'extrémité de l'antenne pénètre dans la station par une ouverture faite dans un des carreaux d'une fenêtre ou dans une plaque d'ébonite mise à la place d'un des carreaux. Pour augmenter encore l'isolement, le câble est entouré de deux tubes de caoutchouc et d'un tube d'ébonite fixé

au carreau par un tampon de gutta; les extrémités du tube d'ébonite sont également bouchées au moyen de gutta.

Le mât peut être remplacé par tout autre support, arbre élevé, bâtiment élevé, escarpement naturel, ballons captifs, etc. Si l'on utilise des bâtiments ou des escarpements naturels, il est nécessaire de maintenir l'antenne à une distance de 6 à 10 m de son support.

L'inclinaison de l'antenne n'a aucun inconvénient, pourvu que la distance verticale entre ses extrémités soit assez grande pour la distance à franchir.

Il résulterait de nombreuses expériences faites par M. Marconi que, jusqu'à 40 km, avec les moyens qu'il employait, la loi qui lie la hauteur d'antenne et la distance possible de communication, en espace découvert, serait la suivante :

$$H = 0{,}15\sqrt{D},$$

H et D étant exprimés en mètres.

A partir de 40 km, la hauteur donnée par cette formule serait trop faible.

L'interposition d'obstacles de hauteur moyenne réduirait d'environ un tiers la distance possible de communication déduite de la formule ci-dessus.

Terre. — La prise de terre doit être à grande surface, les conduites d'eau et de gaz conviennent très bien. Lorsqu'on emploie, pour constituer l'antenne, des filets métalliques ou des conducteurs à grande capacité, la réception est souvent troublée par des signaux parasites que M. Marconi croit être d'origine tellurique. Il y a avantage, dans ce cas, à remplacer la prise de terre par une large capacité.

Bobine d'induction et oscillateur. — La bobine employée est du type *App* (Newton constructeur) ; elle est munie d'un simple interrupteur à marteau très robuste et de large contact (fig. 11 et 12). Le modèle normalement employé peut donner 25 cm d'étincelles.

Le condensateur destiné à absorber l'étincelle de rupture du primaire est logé dans le socle de la bobine.

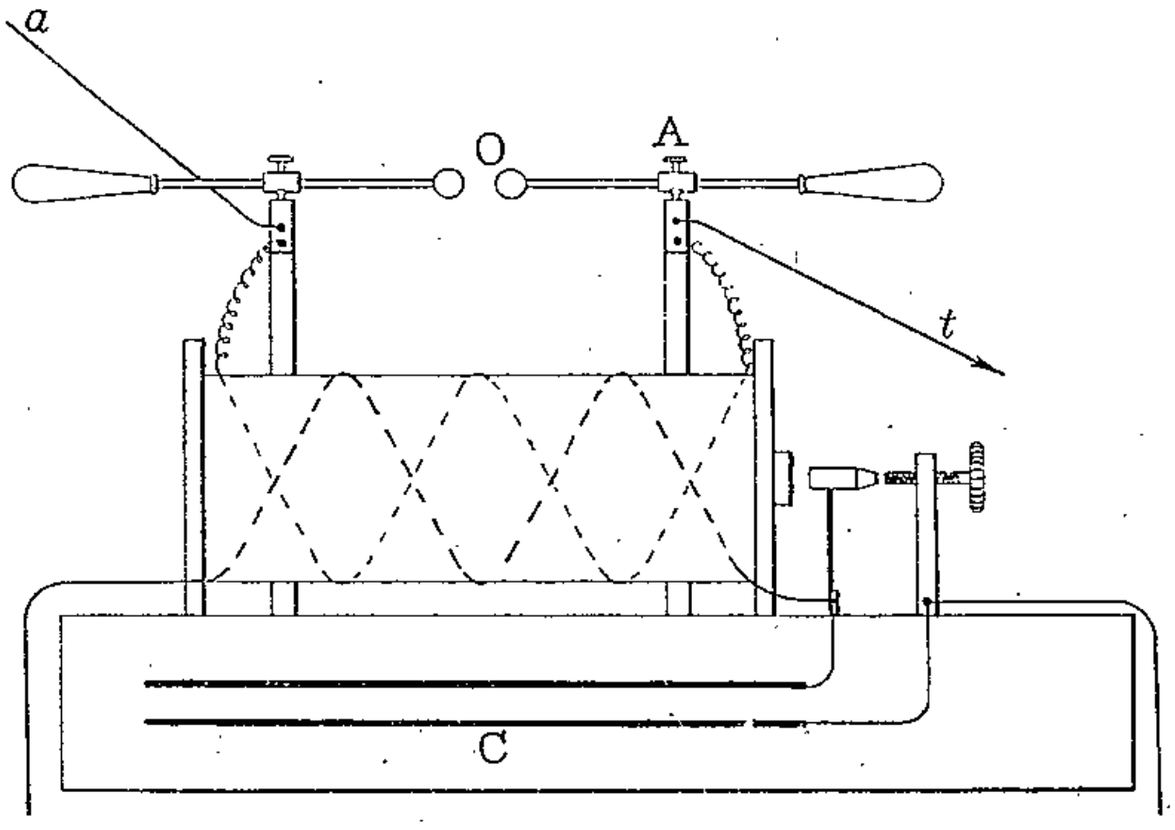


Fig. 11. — Bobine d'induction et oscillateur.

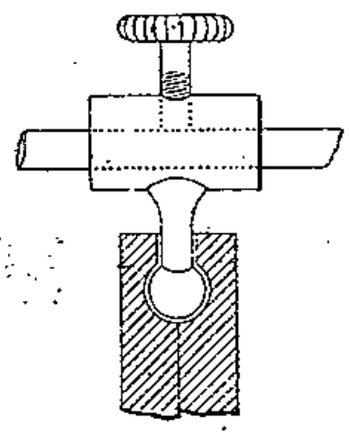


Fig. 12. — Détail du genou A.

Légende. — C, condensateur de la bobine ; O, oscillateur.

L'oscillateur, monté sur le même socle que la bobine, se compose de deux petites sphères de cuivre de 3 cm de diamètre environ, placées aux extrémités de deux tiges également en cuivre et terminées par des poignées isolantes. Ces tiges peuvent glisser dans des manchons munis de rotules, dont le logement est pratiqué dans des bornes situées à l'extrémité de colonnes isolantes, et reliées au secondaire de la bobine. Les tiges peuvent être immobilisées dans une position quelconque au moyen de vis de serrage. Pour la transmission, les sphères de l'oscillateur sont maintenues à une distance de 2 à 3 cm l'une de l'autre.

Il est intéressant de remarquer que M. Marconi a beaucoup simplifié ses dispositions primitives : il a notamment abandonné l'oscillateur de Righi pour revenir à l'oscillateur de Hertz. Dans l'oscillateur de Righi, afin d'éviter l'oxydation des boules, les étincelles étaient produites au sein d'un liquide isolant, ordinairement l'huile de vaseline. Mais celle-ci se décomposait partiellement sous l'in-

fluence des étincelles, et la présence de parcelles de charbon provenant de cette décomposition diminuait la résistance et le pouvoir inducteur spécifique du diélectrique et, par suite, l'énergie mise en jeu. L'emploi de l'air comme diélectrique est donc préférable.

Des essais ont été faits avec l'interrupteur électrolytique de Wehnelt; mais les résultats, très encourageants à petite distance, ont été mauvais pour de longues portées.

Source d'énergie électrique. — L'énergie électrique est fournie dans le primaire de la bobine par une batterie de piles, aux bornes de laquelle des accumulateurs sont quelquefois placés en dérivation.

Pour une installation provisoire, on emploie cinquante éléments montés comme il est indiqué par la figure 13.

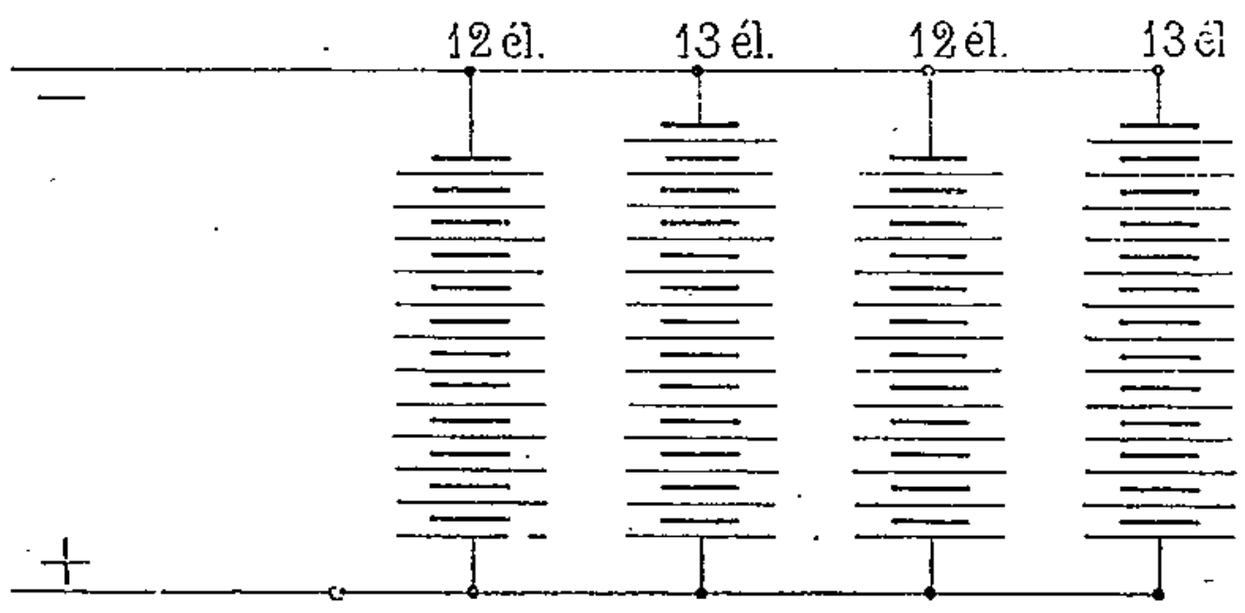


Fig. 13. — Batterie de cinquante éléments.

Si l'installation doit être permanente, il est préférable d'employer cent éléments pour éviter une usure rapide (fig. 14) et de placer huit accumulateurs légers en dérivation.

Les éléments employés sont du type *sec* Obach, grand modèle (f. é. m. 1,5 volts environ, R. intérieure 0,15 ω) à réaction Leclanché, avec emploi de plâtre humide.

Les accumulateurs sont de modèle quelconque.

La figure 14 représente le montage du poste de Wimereux. La différence de potentiel aux bornes du primaire est de 16 à 17 volts, et l'intensité dans ce circuit, de 6 à 9 ampères.

On peut également employer une machine génératrice quelconque, à courants continus ou à courants alternatifs.

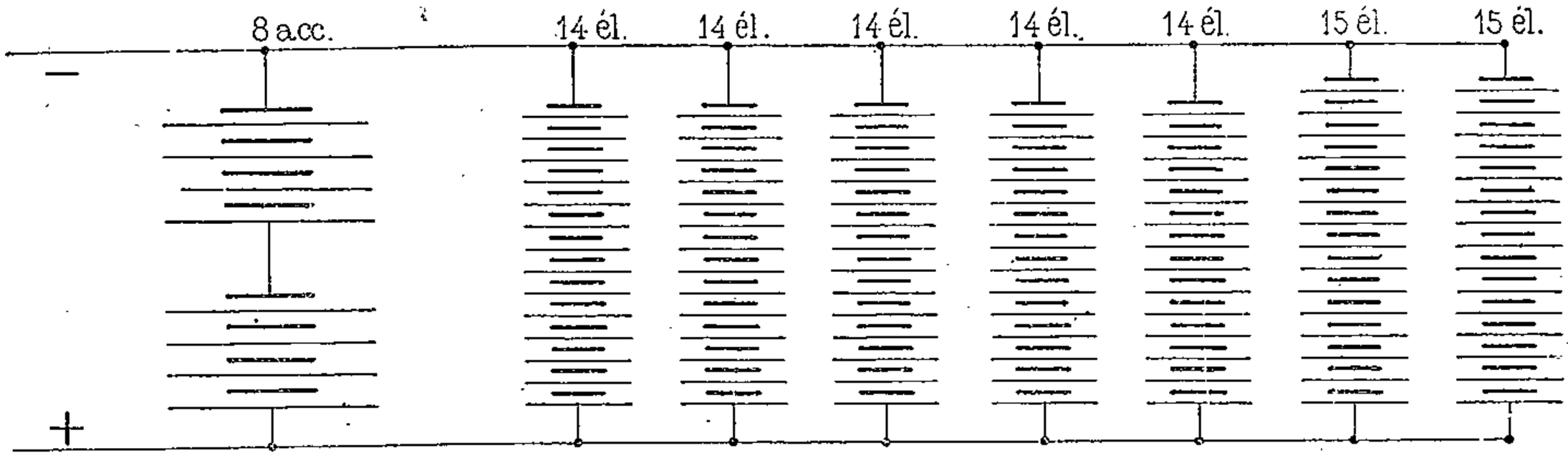


Fig. 14. — Batterie de cent éléments et de huit accumulateurs légers.

Dans ce dernier cas, l'interrupteur de la bobine est supprimé.

Clef Morse. — La clef Morse (fig. 15) est d'un type ana-

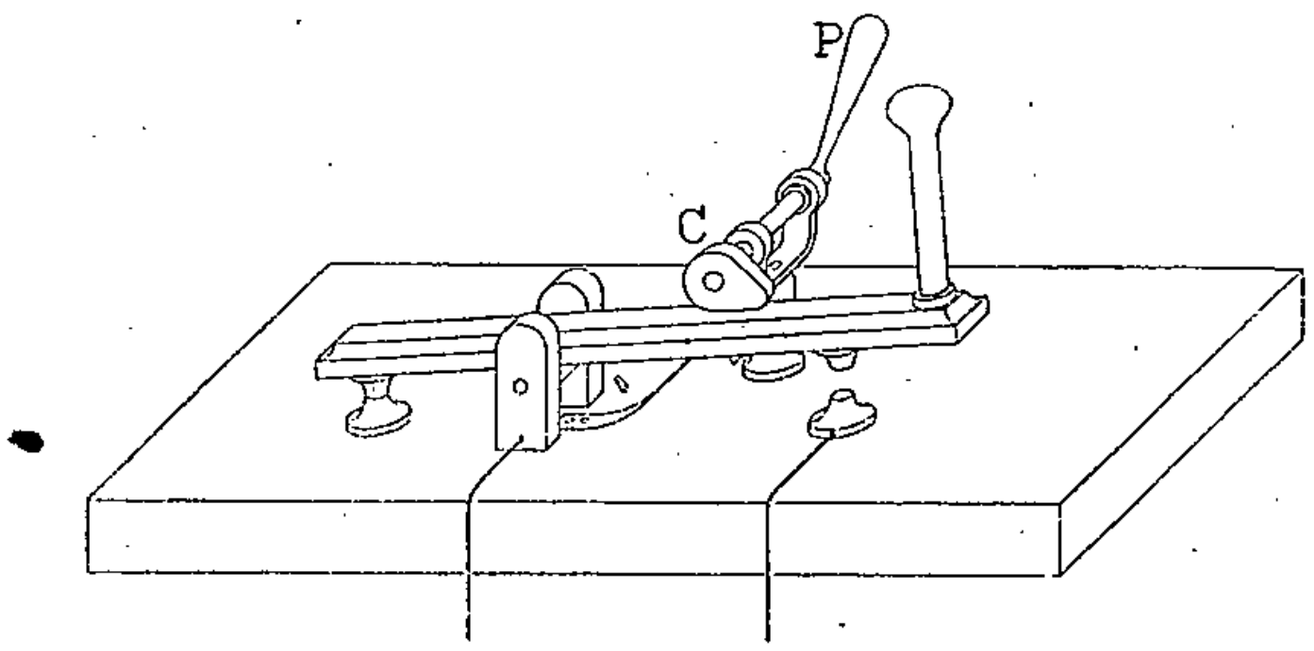


Fig. 15. — Clef Morse.

logue à celui que l'on emploie dans les installations ordinaires, mais de formes plus robustes et de contact plus large. La poignée est formée d'une tige d'ébonite de 10 cm environ de hauteur, pour éviter tout contact accidentel de la main avec le circuit. Le jeu du manipulateur est réglé par une came C mobile autour d'un axe par le moyen d'une poignée isolée P.

Clef-commutateur. — Pour éviter de rattacher successivement l'antenne au transmetteur et au récepteur, M. Marconi emploie quelquefois le dispositif suivant :

Le levier L de la clef Morse (fig. 16 et 17) est prolongé

par une tige coudée en ébonite T, dont l'extrémité postérieure est traversée par une tige métallique M, munie d'une vis de serrage et d'un marteau. Au repos, celui-ci prend appui sur une enclume reliée à la bonne ligne du récepteur. La vis de serrage est en communication avec l'antenne.

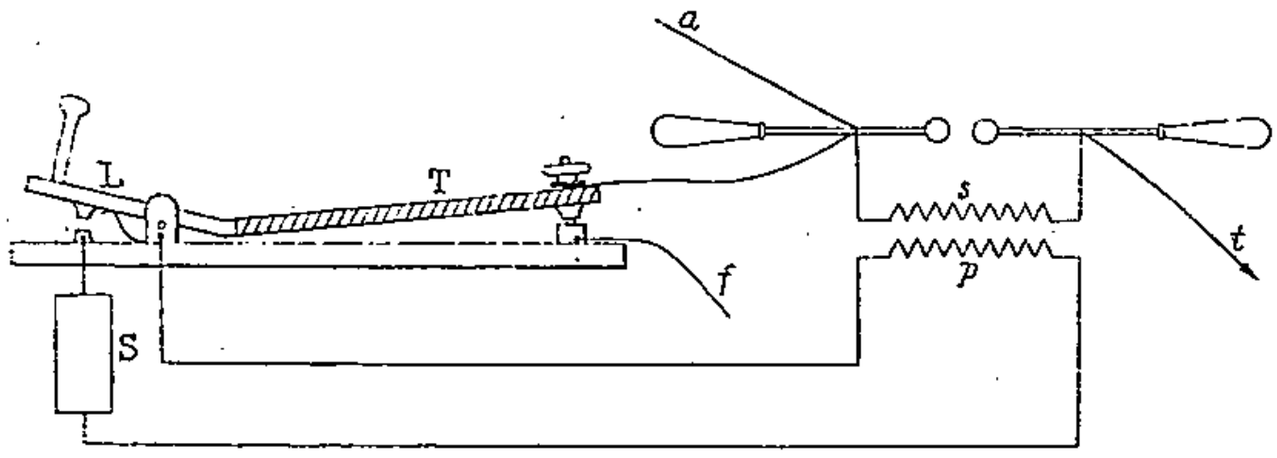


Fig. 16. — Clef-commutateur.

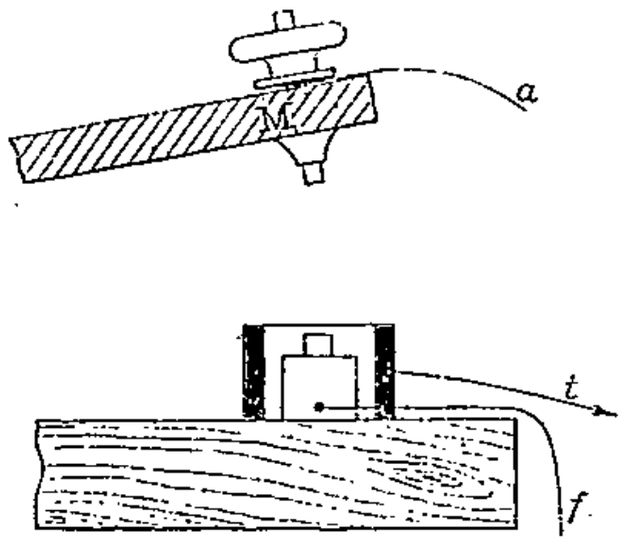


Fig. 17. — Détail de l'extrémité de la tige.

Légende. — L, levier ; T, tige soudée en ébonite ; S, source d'énergie ; *p*, bobine primaire ; *s*, bobine secondaire ; *f*, récepteur en ébonite et de l'enclume ; M, tige métallique.

Pour éviter que des étincelles ne puissent jaillir accidentellement, pendant la transmission, entre le marteau et l'enclume dont il est question ci-dessus et, par suite, mettre le récepteur hors de service, cette enclume est entourée d'une gaine métallique plus élevée qu'elle et reliée à la terre. De plus, pour empêcher des oscillations de s'établir, pendant la transmission, dans le fil de connexion *f* de l'enclume au récepteur, ce fil est anti-inducté, c'est-à-dire recouvert, par-dessus la couche de gutta, d'une couche d'étain reliée à la terre.

Pendant la manipulation, la partie postérieure du levier est maintenue relevée, de manière qu'il y ait toujours un intervalle de 6 à 8 cm entre cette extrémité et l'enclume reliée au récepteur. La manipulation est un peu moins commode, mais il est facile de s'y habituer. Néanmoins, ce dispositif n'est pas à l'abri de toute critique.

Montage du poste transmetteur. — Tous les appareils composant le poste transmetteur sont groupés sur une même table (avec les appareils du poste récepteur), à l'exception

des piles et des accumulateurs placés sur le sol ou sur des étagères.

L'extrémité de l'antenne est soutenue au-dessus de la table par une cordelette isolée du bâtiment au moyen de cylindres d'ébonite.

Cohéreur. — Le cohéreur (fig. 18) est constitué par un

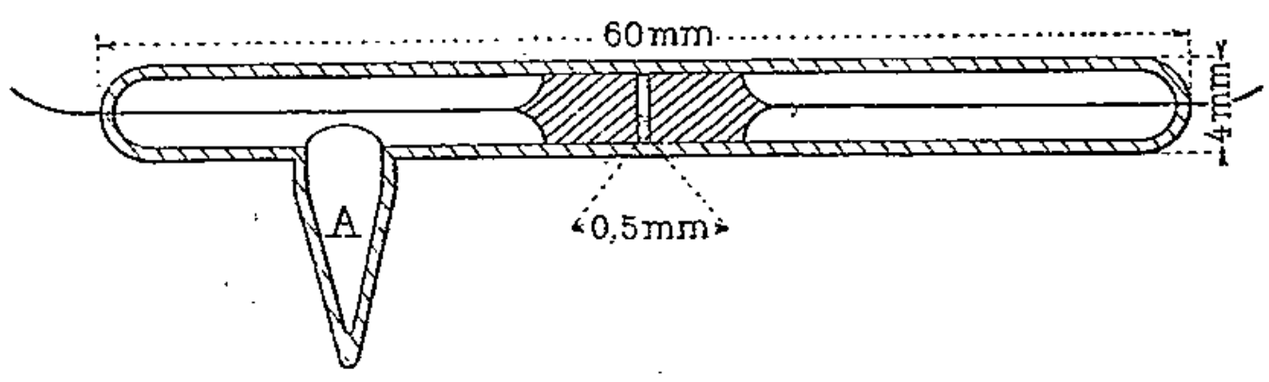


Fig. 18. — Cohéreur.

tube de 6 cm environ de longueur et de 4 mm de diamètre intérieur, dans lequel on a fait le vide à 1 mm de pression par l'intermédiaire d'un appendice A. Dans ce tube, exactement calibré, s'adaptent deux électrodes d'argent prolongées par des fils de platine soudés dans les parois du verre Ces électrodes sont distantes de 1/2 mm environ, et maintiennent entre elles une petite quantité de limaille très fine. Certains cohéreurs de M. Marconi ont des électrodes dont la surface plane est légèrement taillée en biseau (fig. 19).

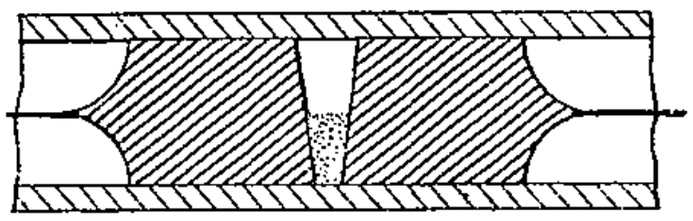


Fig. 19. — Électrodes de cohéreur taillées en biseau.

La composition de la limaille serait la suivante : 96 parties de nickel, 4 d'argent et des traces de mercure. La limaille et les électrodes doivent être d'une propreté absolue, sans trace d'oxydation ni de poussière.

Les cohéreurs de Marconi sont d'une sensibilité remarquable ; il les considère comme des appareils très sûrs. Certains sont en service depuis dix-huit mois. Tous sont essayés, préalablement à leur emploi, sur une communi-

cation de 22 km environ. Leur sensibilité est éprouvée sur place, en les soumettant à l'action des ondes produites par l'étincelle d'une petite sonnerie d'appartement placée à une distance variable.

Le mode de décohésion employé est le choc du marteau d'un trembleur, dont le réglage doit être très minutieux. Pour amortir ce choc, le cohéreur est fixé sur une mince baguette de verre dont une seule extrémité est pincée dans une mâchoire d'ébonite.

D'assez nombreuses recherches ont été faites dans le but d'obtenir un cohéreur de sensibilité variable et réglable, et de réaliser un mode de décohésion moins brutal que le choc d'un marteau.

M. l'ingénieur Blondel a construit des cohéreurs (fig. 20)

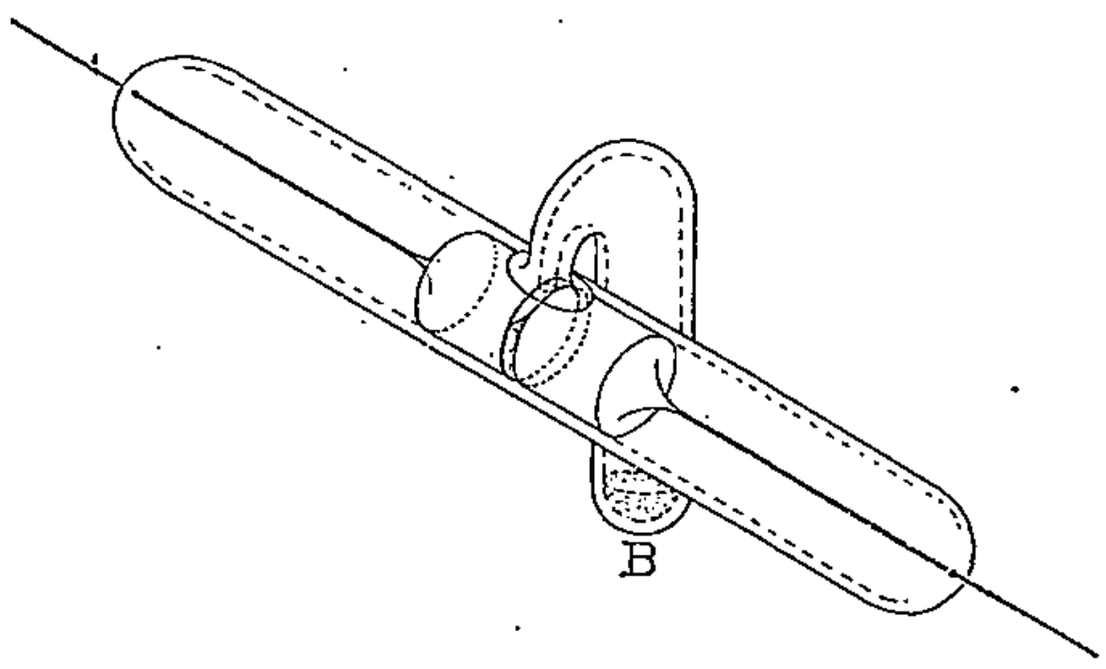


Fig. 20. — Cohéreur de M. Blondel.

dans lesquels on peut faire varier la quantité de limaille comprise entre les électrodes. Le cohéreur est muni, à cet effet, d'un appendice B, dont l'ouverture est placée au-dessus de l'intervalle des électrodes et soudée au tube. Une certaine quantité de limaille est contenue dans cet appendice et peut être ajoutée à celle déjà placée entre les électrodes, en retournant convenablement le tube.

Ce réglage n'a qu'une très faible importance en dehors des essais de laboratoire, attendu que, lorsqu'un cohéreur convient à une communication, il n'y a plus à y toucher.

M. le professeur Tommassina a constaté qu'en em-

ployant de la limaille de cobalt, de fer et d'acier, il était possible d'obtenir une décohésion automatique par l'action d'un champ magnétique. Pour utiliser cette propriété, il se sert d'un électro-aimant (commandé par le relais du récepteur), dont l'un des pôles est fixé à quelques millimètres au-dessus de la limaille du cohéreur maintenu horizontal. Le mouvement de la limaille, sous l'action des variations du champ magnétique, est visible à l'œil nu. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 15 mai 1899.)

MM. Lodge et Muirheard avaient déjà, dans un brevet accepté le 16 juillet 1898, préconisé l'emploi de cohéreur à décohésion magnétique. Dans leur appareil (fig. 21), la

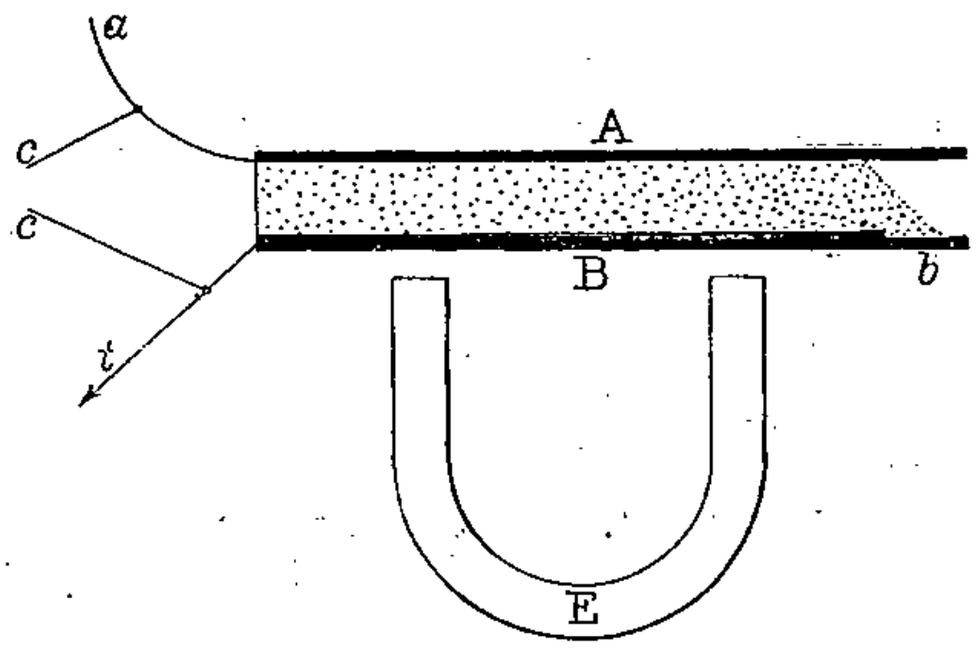


Fig. 21. — Cohéreur à décohésion magnétique de MM. Lodge et Muirheard.
Légende. — A, B, lame métallique; *b*, portion non recouverte de vernis; E, aimant; *c*, *c*, circuit du relais; *a*, antenne; *t*, fil de terre.

limaille est maintenue entre deux lames métalliques, dont l'une B est recouverte d'une couche de vernis isolant, sauf sur une bande étroite *b*. Le tout est placé au-dessus et près d'un aimant E.

Quand ces limailles sont cohérées sous l'action d'oscillations, le courant du circuit du relais traverse la lame inférieure qui est alors attirée par l'aimant. Ce mouvement suffirait à décohérer la limaille.

Les mêmes physiciens ont aussi recommandé l'emploi de cohéreurs à contact unique. Ce type d'appareil (fig. 22) se compose d'une languette *l* en aluminium ou en acier, pincée dans une mâchoire M, sur laquelle s'appuie une

pointe d'acier *p*. Une roue dentée R, mue par un mouvement d'horlogerie, fait vibrer la languette et décohère son contact avec la pointe *p*.

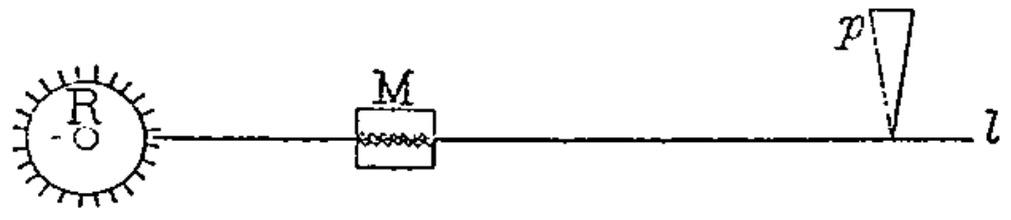


Fig. 22. — Cohéreur à contact unique.
Légende. — *l*, languette d'aluminium; *p*, pointe d'acier; M, mâchoire métallique; R, roue dentée.

On ne peut se prononcer d'une manière certaine sur la valeur de ces différents types d'appareils, aucun d'entre eux n'ayant été soumis, à notre connaissance, à des expériences de communication à grande distance.

Jigger. — Le dispositif de syntonisation décrit plus haut et désigné par M. Marconi sous le nom fantaisiste de « jigger » est contenu dans une petite boîte en bois munie de 5 bornes.

Relais. — Le relais employé est du type « relais polarisé de Siemens » R = 1 000 ω. Cependant, il est probable que tout autre type doué d'une grande sensibilité conviendrait aussi bien.

Pour régler la sensibilité du relais, M. Marconi réunit dans un poste récepteur les électrodes du cohéreur par des bobines de résistance de 2 000, 4 000 et 6 000 ohms : le relais doit fonctionner pour 2 000 et 4 000, mais non pour 6 000.

Éléments de pile. — Même type que pour le transmetteur, mais de modèle plus petit.

Bobines de self-induction. — Ces bobines sont constituées par un fil de fer très fin d'une douzaine de mètres de longueur, enroulé en spires étroites et noyées dans la paraffine. La résistance ohmique d'une bobine est de 30 à 40 unités, mais sa self-induction en henrys n'est pas connue.

La présence de ces bobines, qui s'opposent par leur impédance au passage des oscillations dans le circuit du

relais, est très importante. Les distances possibles de communication seraient réduites dans une très forte proportion, si elles n'étaient placées dans ce circuit.

Trembleur. — Le trembleur (fig. 23) destiné à décohérer

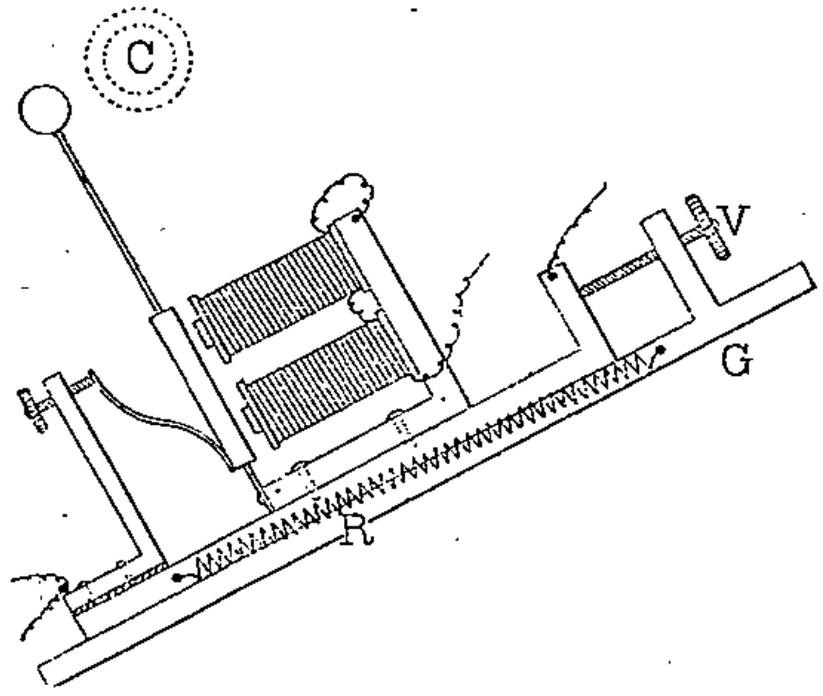


Fig. 23. — Trembleur.

Légende. — V, vis; R, ressort antagoniste; C, cohéreur.

le tube, est de modèle ordinaire (R = 1,000 ω), mais tout l'appareil est mobile sur une glissière G au moyen d'une vis V et d'un ressort antagoniste R. Ce mouvement longitudinal permet de régler les contacts du marteau avec le tube. Ces contacts doivent être très doux.

Morse. — Le Morse est du type Siemens à palette lourde (R = 500 ω). La vitesse de déroulement est réglée à 0,60 m environ à la minute.

Shunts. — Les shunts placés en dérivation sur les divers circuits sont constitués par des bobines de résistance à enroulement double et à large noyau, pour éviter la self-induction. Leur valeur en ohms, fonction de la résistance du trembleur, relais, etc., est indiquée sur la figure 24.

Montage du poste récepteur. — Tous les appareils composant le poste récepteur, à l'exception du Morse, sont réunis sur une même planchette (fig. 24) et placés dans une boîte en fer reliée à la terre. Cette disposition a pour but d'empêcher les oscillations produites pendant la transmission opérée par la station elle-même, d'agir sur le poste récepteur.

Une paroi de la boîte en fer est mobile et permet, le cas échéant, de retirer la planchette pour régler les appareils.

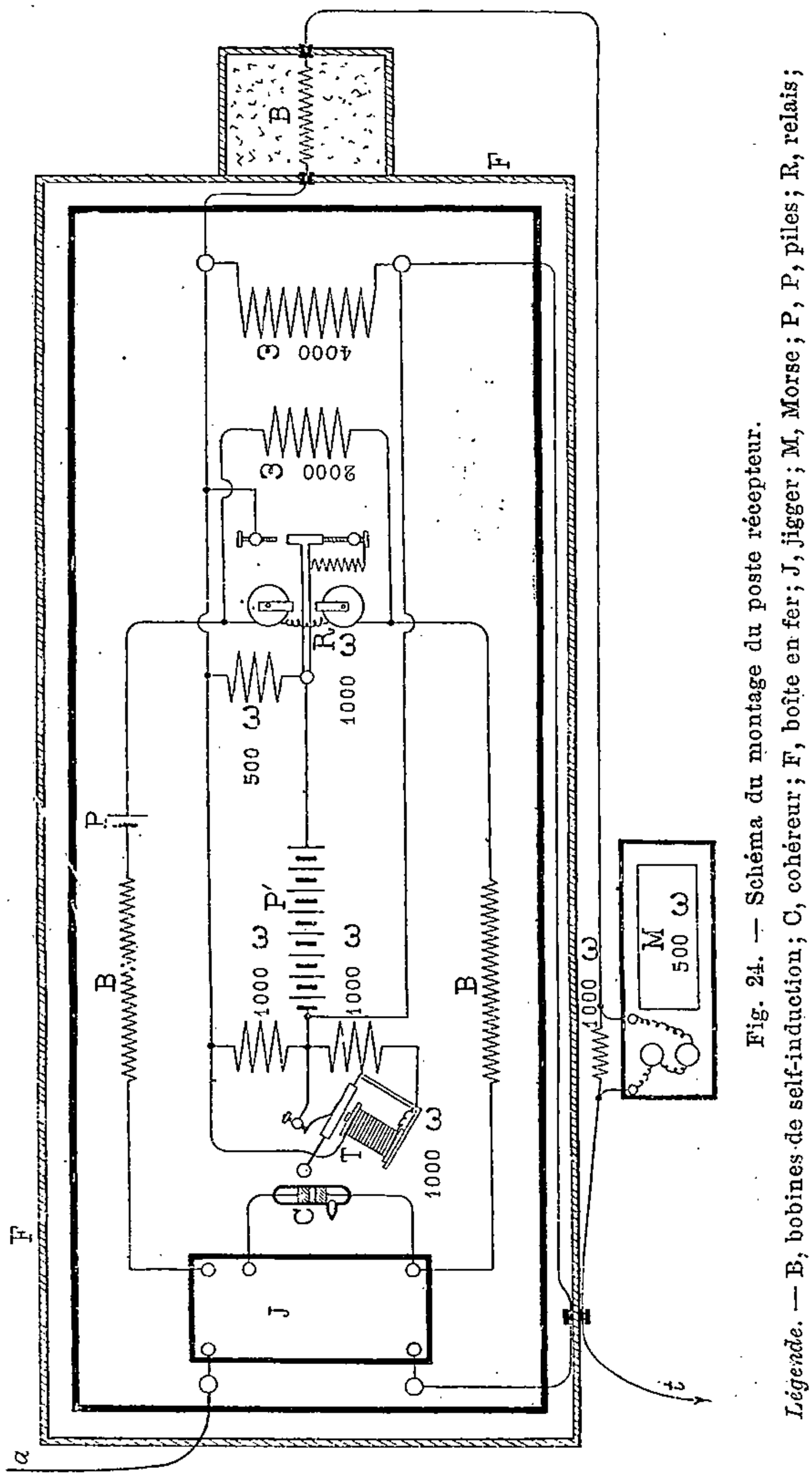


Fig. 24. — Schéma du montage du poste récepteur.

Légende. — B, bobines de self-induction; C, cohéreur; F, boîte en fer; J, jigger; M, Morse; P, P, piles; R, relais; T, trembleur; a, antenne; t, terre.

L'un des fils de connexion du Morse avec le circuit du contact du relais est relié à la terre par l'intermédiaire de

la boîte en fer. Dans l'autre fil de connexion du Morse, est intercalée une bobine de self, placée dans une petite boîte en fer pleine de feuilles d'étain froissées, et fixée contre la grande boîte.

Dans le cas où l'on emploie la clef-commutateur, le fil de connexion de l'enclume au récepteur est anti-inducté, comme on l'a vu plus haut.

Il ne peut donc s'établir, dans ces différents fils de connexion, des oscillations pouvant agir sur le cohéreur, pendant la transmission.

La boîte en fer, qui contient le poste récepteur, est portée par un socle en bois, muni de vis calantes, qui permettent de placer la palette du relais dans la meilleure position de sensibilité.

EXPÉRIENCES FAITES A TRAVERS LA MANCHE EN MARS-AVRIL-JUIN 1899

La compagnie anglaise « Wireless. Telegraph and Signal », propriétaire des brevets de M. Marconi dans tous

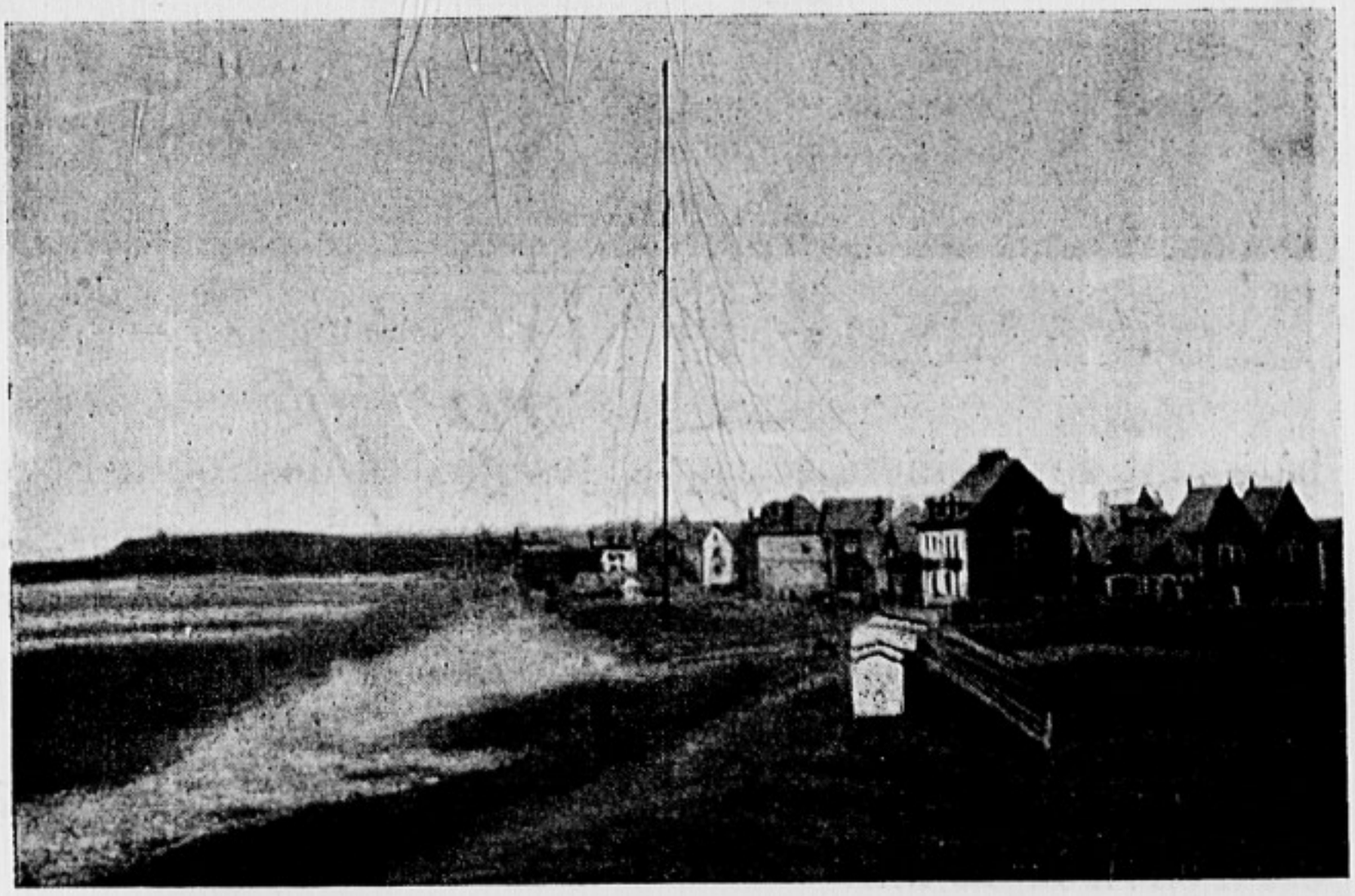


Fig. 25. — Station de Wimereux.

les pays, sauf en Italie, obtint en février 1899, l'autorisation d'installer sur la côte française, une station de télégraphie sans fil destinée à des essais de communication avec une station de la côte anglaise, sous la direction de M. Marconi. Les conditions imposées étaient qu'une commission française suivrait toutes les expériences faites, et que la station française serait démolie à leur issue.

Cette station (fig. 25) fut installée à Wimereux (5 km au nord de Boulogne) dans le chalet « l'Artois », au bord de la mer, et le premier télégramme expédié le 28 mars.

La station correspondante (fig. 26) était placée dans le

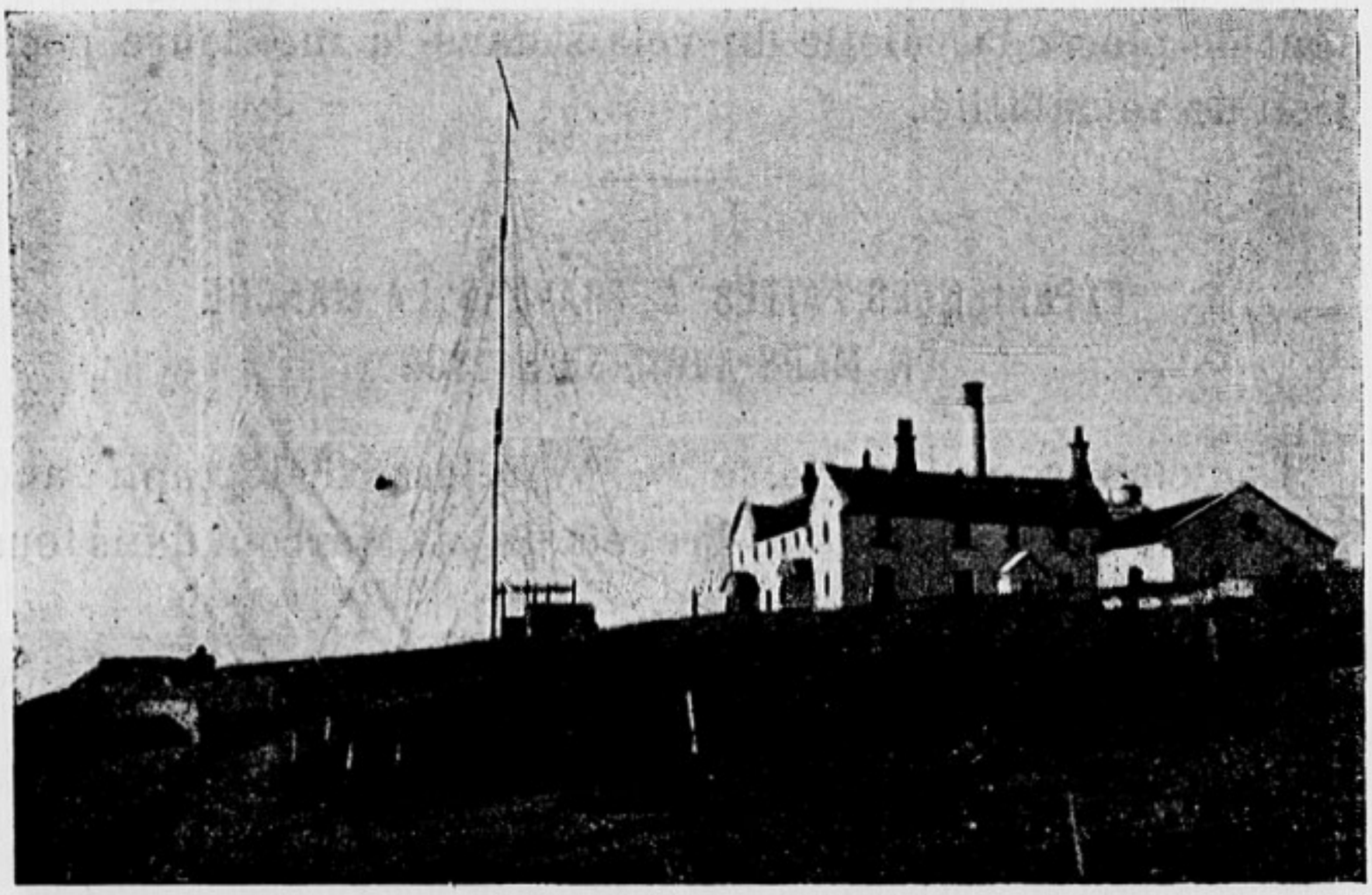


Fig. 26. — Station de South-Foreland.

bâtiment de l'usine électrique des phares de South-Foreland, près Saint-Margaret (6 km au nord de Douvres). Ce bâtiment est situé sur une falaise élevée d'environ 80 m au-dessus du niveau de la mer. Les deux mâts étaient donc entièrement « visibles » l'un pour l'autre.

La distance de Wimereux à South-Foreland (fig. 27) est d'environ 46 km.

Une troisième station était disposée, depuis quelques

mois déjà, à bord du bateau-feu le *E. S. Goodwind*, et servait à la communication régulière de ce navire avec la

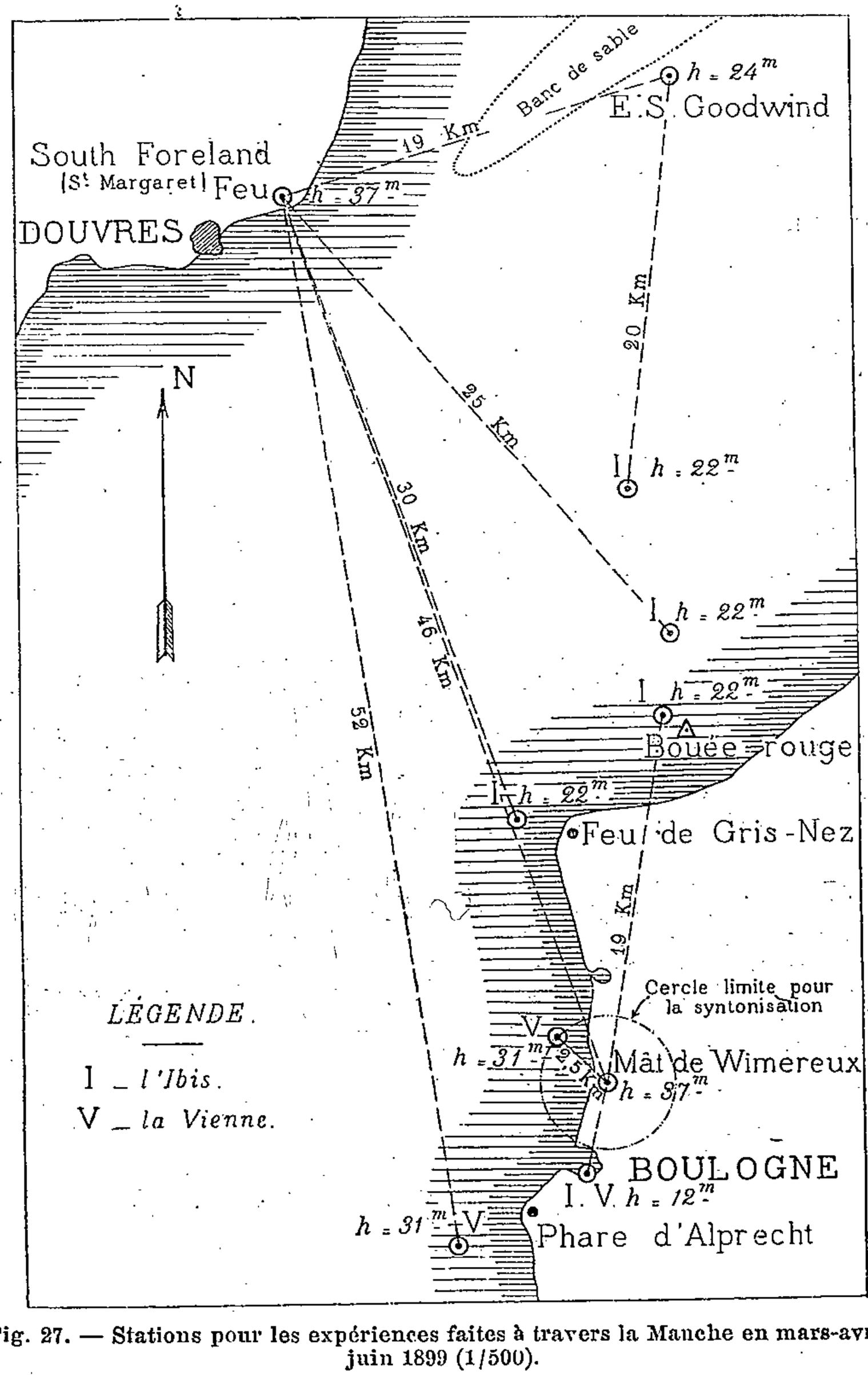


Fig. 27. — Stations pour les expériences faites à travers la Manche en mars-avril-juin 1899 (1/500).

côte par la station de South-Foreland, à une distance de 19 km.

Les deux stations de Wimereux et South-Foreland

étaient munies, au début des expériences, d'antennes de 45 m. Cette hauteur fut ensuite réduite à 37 m, mais elle paraissait être à la limite inférieure pour un bon fonctionnement. L'antenne avait d'ailleurs été doublée par un deuxième conducteur assemblé au premier en quantité.

La hauteur d'antenne du *Goodwind* était d'environ 24 m ; le navire, les mâts et les haubans étaient entièrement en fer.

Ces trois stations étaient normalement réglées dans le même ton, de manière à pouvoir toujours assurer la communication du *Goodwind* avec la côte. Cette dernière station ne pouvait communiquer avec Wimereux, étant données la distance (49 km), l'interposition du cap Griz-Nez et la faible hauteur de l'antenne du *Goodwind* (24 m).

Des installations provisoires furent faites, en outre, à bord de l'aviso l'*Ibis* (fig. 28) et du transport *la Vienne*.

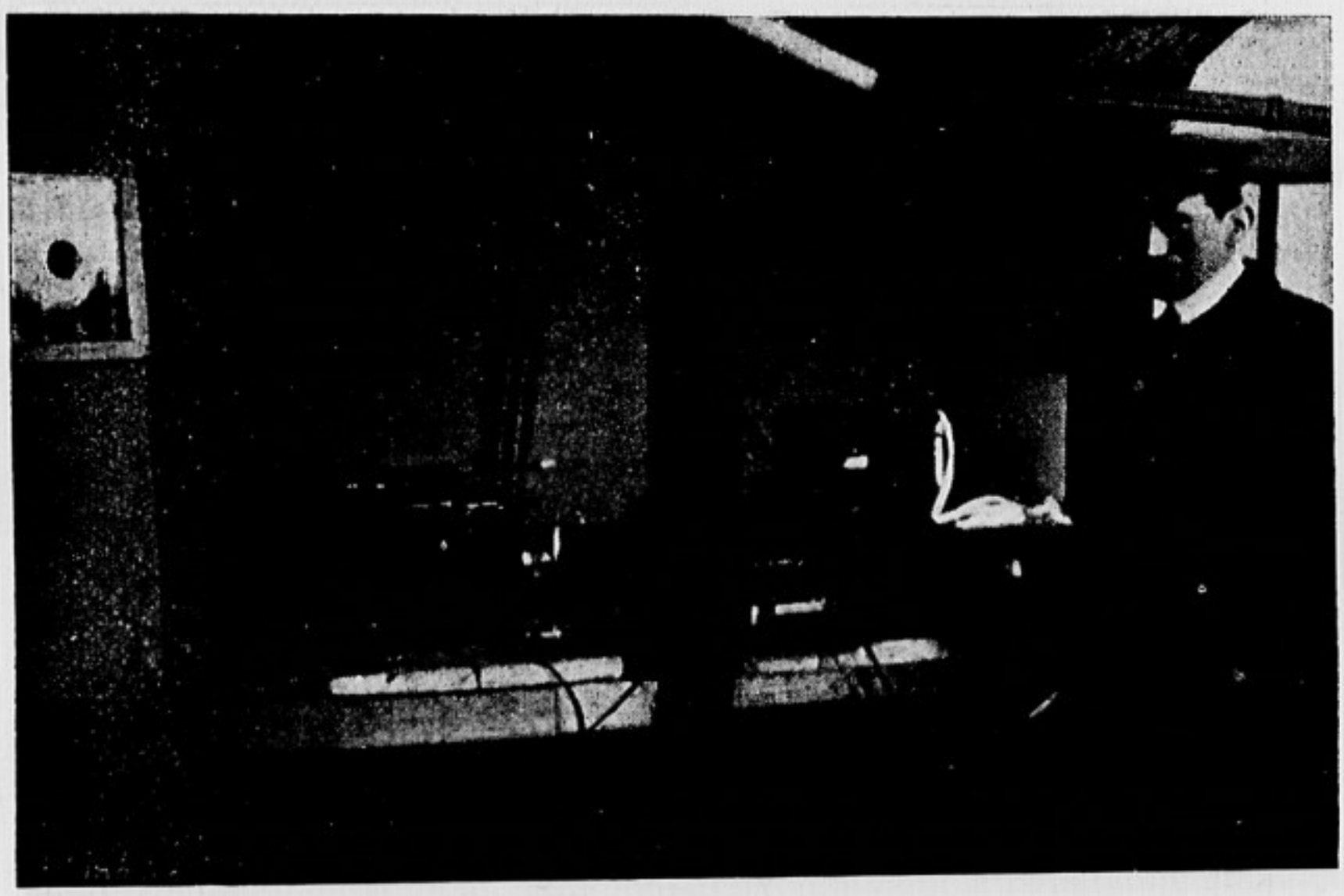


Fig. 28. — Station Marconi, à bord de l'*Ibis* [1].

Ces deux bâtiments étaient munis d'antennes ayant respectivement 22 m et 31 m.

---

1. Le personnage représenté à doite est M. Marconi.

Les expériences faites peuvent se diviser en trois catégories :

Expériences de communication simple en espace découvert ;

Expériences de communication simple avec interposition d'obstacles ;

Expériences de syntonisation.

Pendant toutes ces expériences, la vitesse de transmission était d'environ 40 lettres à la minute.

Expériences de communication simple en espace découvert.

Les communications de South-Foreland avec Wimereux et Goodwind, et inversement, ont toujours été très satisfaisantes par tous les temps (brouillard, vent, pluie, tempête).

Les communications entre les stations mobiles (l'*Ibis* et *la Vienne*) et les trois stations indiquées ci-dessus ont été également très bonnes, les navires étant en marche ou au repos. Les distances maximum atteintes ont été les suivantes :

L'*Ibis* (22 m), *Goodwind* (24 m), à 20 km ;
L'*Ibis* (22 m), South-Foreland (45 m), à 25 et 30 km ;
La *Vienne* (31 m), South-Foreland (37 m), à 48 km.

Cette dernière communication a même pu être établie dans un sens (réception à bord de la *Vienne*) jusqu'à 52 km. La réception à South-Foreland avait cessé à partir de 48 km. M. Marconi donnait de ce fait l'explication suivante : la sensibilité mécanique du récepteur de South-Foreland avait été réglée par lui pour la communication avec Wimereux à 46 km, mais elle était insuffisante pour une distance notablement supérieure ; tandis qu'à bord de la *Vienne*, il avait réglé cette sensibilité à son maximum.

Expériences de communication simple avec interposition d'obstacles.

L'*Ibis* (22 m) étant placé près de la bouée rouge n° 2 à l'est du cap Gris-Nez, à 19 km de Wimereux (45 m), il fut possible d'échanger des télégrammes entre les deux stations, malgré l'interposition du massif du cap Gris-Nez, d'une hauteur maximum de 100 m environ.

La *Vienne* étant à quai dans le port de Boulogne, on put établir une communication entre elle et Wimereux (5 km) avec une hauteur d'antenne de 12 m à bord de la *Vienne* et de 37 m à Wimereux, malgré l'interposition du massif de la Crèche, d'une hauteur de 75 m environ, et de toutes les canalisations électriques des quais de Boulogne.

Expériences de syntonisation.

Un programme complet d'expériences avait été préparé dans le but de vérifier les faits suivants :

1° Étant données trois stations A, B, C, placées dans la zone d'action les unes des autres, A et B étant réglées dans le même ton et C dans un ton différent, C ne peut pas recevoir les télégrammes échangés entre A et B lorsqu'il est à une distance de A ou de B supérieure à une certaine limite à déterminer ; A et B ne peuvent non plus recevoir les télégrammes transmis par C, et la réception des télégrammes qu'ils échangent entre eux n'est pas troublée par la transmission de C ;

2° Les trois stations étant dans les tonalités définies ci-dessus, il est possible de modifier une des stations A ou B, A par exemple, de manière à la mettre dans le même ton que C sans toucher à B ni à C ; B jouissant vis-à-vis de A et de C des mêmes propriétés dont C jouissait précédemment vis-à-vis de A et B.

Une journée fut laissée à M. Marconi pour préparer ces

expériences à bord de la *Vienne*, les journées suivantes devant être consacrées à leur exécution, avec contrôle dans les diverses stations : la *Vienne*, Wimereux, South-Foreland.

Malheureusement le jeune inventeur fut victime d'un accident après la journée d'essais, et les expériences définitives ne purent être faites.

Toutefois, bien qu'il n'y eût pas de contrôle dans les stations de Wimereux et de South-Foreland, la commission a pu constater, pendant la journée d'essais, la probabilité des faits énoncés ci-dessus.

Les stations la *Vienne* (31 m) et Wimereux (37 m) ayant été réglées dans des tons différents, n'ont pu communiquer entre elles tant que leur distance demeura supérieure à 2 500 m. Mais à partir de cette limite, la communication fut aussi correcte qu'entre deux stations syntonisées.

CONCLUSIONS

Pour que la télégraphie sans fil puisse rendre les mêmes services que la télégraphie électrique ordinaire ou même que la télégraphie optique, il faudrait qu'étant données plusieurs stations, l'une quelconque d'entre elles pût transmettre à plusieurs autres à la fois des télégrammes différents, en même temps qu'elle recevrait plusieurs télégrammes émanant d'autres stations. L'état actuel de la question est loin de le permettre, puisqu'à 2 500 m deux stations, réglées dans des tons différents, peuvent parfaitement communiquer.

Il serait donc nécessaire que, dans une même station, les antennes, destinées chacune à la communication avec une des stations correspondantes, fussent à une distance de 2500 m environ les unes des autres !

De plus, le secret des correspondances n'est pas assuré, puisqu'une station quelconque peut être accordée sur une autre. Cependant, cet accord serait très long et très délicat

à effectuer, si l'on n'avait pas de renseignements sur la constitution des stations dont on veut surprendre les télégrammes. Il serait plus facile de troubler leurs communications, en faisant varier d'une manière méthodique et continue les éléments d'un circuit de transmission installé à cet effet.

Néanmoins et bien que les appareils employés soient un peu délicats, l'état actuel de la question permet de nombreuses applications très utiles pour la Guerre, la Marine, le Commerce et les Colonies.

G. FERRIÉ,
Capitaine du génie.

FORTIFICATIONS, ETC.

Retranchements permanents pour l'infanterie.

La statistique montre que les pertes causées par le feu de l'infanterie sont incomparablement supérieures à celles dues à l'artillerie. Cette puissance des armes portatives s'explique par leur nombre et aussi par la facilité avec laquelle le tireur se dérobe aux vues, ce qui empêche de le contre-battre efficacement. Il convient de favoriser cette protection par des dispositions appropriées, non seulement dans la fortification passagère, mais encore dans la fortification permanente.

Dans ce second ordre d'idées, le commandant Mariano Rubio y Bellvé, du génie espagnol, étudie divers dispositifs (*Memorial de ingenieros*, 12 p., 4 pl.). L'un d'eux, le plus simple, consiste en une simple tranchée de 1,50 m de largeur et 1,40 m de profondeur, avec banquette ; une épaisseur de 2 m de béton le couvre en avant. Pour compléter la protection contre les shrapnels, il organise, en avant même de la tranchée, des blindages en fers à ⊥ et béton dans lesquels les tireurs trouvent un abri pendant le bombardement. Dès que l'interruption du tir ennemi fait prévoir une attaque, ils regagnent instantanément leur poste de combat. Un dispositif analogue, en plaques de blindage et avant-cuirasse de fonte dure, a été proposé par le capitaine hollandais Mijsberg. L'auteur espagnol lui reproche son prix élevé.

Pour compléter la protection contre les balles, il installe des boucliers en tôle de 10 à 12 mm. Chacun d'eux est articulé avec le parapet, à hauteur de la crête, au moyen de gonds et pentures, de sorte qu'il peut se rabattre autour d'un axe horizontal. Un rebord, sensiblement à angle droit, supporte le coude du tireur.

Ce dispositif, qui est peut-être susceptible de simplification, semble préférable au bouclier du capitaine Deguise, dont le créneau, trop éloigné de l'œil du tireur, ne lui procure qu'un champ

de vision fort restreint; et à celui du capitains Mijsberg, qui, se mouvant verticalement entre des glissières verticales, est sujet à des coincements sous le choc des projectiles.

Le commandant Rubio montre diverses applications de ses retranchements permanents, soit à la défense des côtes, où ils peuvent suppléer au défaut des canons à tir rapide, soit aux positions indépendantes d'infanterie, déjà proposées pour le terrain aquatique par l'officier hollandais cité plus haut, mais susceptibles d'application en un terrain quelconque, et en particulier aux sites montagneux.

PÉRIODIQUE.

Emploi des fils de fer dans la fortification de campagne (*Revue du Cercle militaire*, 23 septembre 1899).

Un appendice au Règlement allemand sur la fortification de campagne recommande de dissimuler le mieux possible les réseaux de fils de fer, par les moyens suivants : les masquer derrière des abris naturels; employer des fils de fer moins brillants; répandre dessus des broussailles ou autres matières; enduire les petits piquets de terre glaise; enfin, si ces moyens ne sont pas suffisants, réduire la hauteur, mais augmenter la largeur et les recouvrir de branchages, de foin ou de gazon.

LIVRES.

Grasset. — La Défense des côtes. 1899. 1-8, 680 p., 29 pl. — Paris, chez Berger-Levrault et Cie. 10 fr.

Ministère de la guerre. Service du génie. Titre II. Classement et déclassement des places de guerre. Servitudes défensives. 1-8, 100 p. — Paris, chez Charles-Lavauzelle. 1,50 fr.

Krisak. — Feldbefestigung. Drei taktische Aufgaben für deren Anwendung, mit Bearbeitung und Besprechung. 1899. 1-8, 53 p., avec 6 croquis. — Berlin, chez Mittler. 2,25 m.

E. v. Leithner. — Die beständige Befestigung und der Festungskrieg. III. Band. Neueste Anschauungen (La fortification permanente et la guerre de siège. Considérations récentes). — Vienne, à la rédaction des *Mittheilungen*, VI, Getreidemarkt, et chez Waldheim. 1,80 fl.

CONSTRUCTION, ETC.

Élévateurs-transporteurs à air comprimé.

A mesure qu'on diminue les dimensions d'un corps plongé dans un fluide pesant en mouvement, l'impulsion, qui est proportionnelle à la surface du corps et à la densité du fluide, croît par rapport au poids ; il ne peut donc pas y avoir entraînement et même transport de bas en haut. Cette propriété a reçu dans l'industrie de nombreuses applications. L'une d'elles, relative au transport des grains, paraît susceptible de s'étendre à toutes matières pulvérulentes et, de ce fait, elle intéresse l'ingénieur. A ce titre, il ne sera pas inutile de donner quelques détails sur les procédés employés par M. E. Farcot fils.

Dans le transporteur aspirant, le grain est chargé dans une trémie, d'où il s'échappe par un orifice ayant pour longueur la largeur du tuyau à air. Une vanne règle l'écoulement. L'air, aspiré par un ventilateur, parcourt un ajutage convergent, saisit le grain, puis regagne, par un ajutage divergent, la conduite principale. La vitesse du courant diminue temporairement, le grain y tombe et en est expulsé de temps à autre. Les poussières poursuivent leur route jusqu'au ventilateur qui les rejette.

Dans le transporteur refoulant, le grain tombe d'une trémie sur un cylindre à ailettes animé d'un mouvement de rotation continu ; il se déverse peu à peu dans le courant d'air comprimé qui l'entraîne. La compression, qui est donnée par un ventilateur centrifuge, peut atteindre 1 m d'eau.

Le rendement est faible et ne dépasse guère 10 p. 100.

PÉRIODIQUES.

Le ciment employé comme enduit imperméable.

D'après l'agence de brevets Reichelt, de Berlin, on peut, avec le ciment de Portland, obtenir un enduit absolument imperméable. Pour cela, il faut l'appliquer, non pas à la truelle, mais au pinceau. Recouverte de quatre couches semblables, et après plusieurs mois de dessiccation, une brique ne se laisse plus traverser par de l'eau sous une pression de 200 livres par pouce carré (environ 15 atmosphères).

COMMUNICATIONS, ETC.

PÉRIODIQUES.

Traversée d'un lac sur portières (*Berliner Tageblatt* du 18 juillet, *Revue du Cercle militaire*, 5 août 1899).

Au cours d'une manœuvre de nuit exécutée par des régiments de la garde prussienne dans les environs de Berlin, on a traversé le lac Müggel (3 1/2 km de largeur) dans les conditions suivantes :

Les troupes étant arrivées au lieu de rendez-vous à onze heures et demie du soir, les pionniers ont, sans bruit, mis à l'eau cent trente-six pontons, accouplés deux par deux pour former des portières. Chaque compagnie du régiment de grenadiers Empereur-Alexandre fut embarquée sur quatre de ces portières, et les rameurs se sont servis de rames *enveloppées de flanelle*. A deux heures du matin, le débarquement commença : la traversée avait duré quarante-cinq minutes.

Le chemin de fer transsaharien (*Revue des Deux-Mondes*, 1er juillet 1899).

Au cours d'une étude importante sur le chemin de fer transsaharien et les avantages d'ordre politique et économique qu'il peut rapporter à la France, M. Paul Leroy-Beaulieu rappelle que la première idée de ce chemin de fer a été émise en 1859, par le général Hanoteau, alors chef de bataillon du génie et commandant supérieur à Dra-el-Mizan, dans la préface de sa *Grammaire de la langue tamachek*.

LIVRES.

Werkzeugbuch für die Feldbahn-Zwillings-Lokomotive (Carnet d'outillage de la locomotive des chemins de fer de campagne). — Berlin, à la brigade de chemins de fer.

Williams. — Projectirung und Veranschlagung von Flussbefestigungen (Projet et devis de consolidation des rives des cours d'eau). 1899. 1-8. — Leipzig, chez Engelmann.

DOCUMENTS OFFICIELS

ET

ADMINISTRATIFS

DE JUIN A OCTOBRE 1899

12 juin. — *Proscription formelle de l'emploi du plomb et de ses dérivés dans la construction des magasins destinés à recevoir de la mélinite ou des explosifs analogues.* (Direction de l'artillerie.) [*Analyse.*]

Il convient d'appliquer très rigoureusement les prescriptions du règlement du 16 avril 1898, en ce qui concerne l'exclusion du plomb et de ses dérivés dans la construction des magasins destinés à renfermer des obus explosifs, de la mélinite ou des explosifs analogues. En particulier, les gouttières de ces magasins devront être soudées à l'étain fin.

27 juillet. — *Notice sur les transports par chemin de fer des pigeons voyageurs prenant part aux concours de l'État.* (Direction du génie; Bureau du matériel.) [*B. O.*, p. r., p. 698 et 699.] (*In extenso.*)

Toutes les réductions de tarif indiquées ci-après s'appliquent non seulement aux concours proprement dits, mais encore aux entraînements préparatoires à ces concours.

Transport des paniers pleins à l'aller. — Pour le transport à l'aller, les pigeons voyageurs qui prennent part aux concours de l'État sont soumis aux conditions d'application des tarifs généraux de la grande vitesse.

La taxe à percevoir pour le transport des paniers pleins est donc celle du tarif ordinaire de la messagerie d'après le poids réel des colis.

Transport des paniers vides au retour. — Sur tous les grands réseaux (Nord, Ouest, Est, Orléans, Midi, P.-L.-M. et l'État), les paniers vides sont transportés gratuitement au retour en petite vitesse, contre la perception du droit d'enregistrement (0,10 fr) et du timbre du récépissé (0,70 fr).

A cet effet, le convoyeur remet à la gare d'arrivée un coupon de retour (modèle n° 1) signé par le président de la fédération.

Transport des convoyeurs. — Des réductions de tarifs sont accordées aux convoyeurs sur la présentation d'un ordre de convoyage (modèle n° 2 ou modèle n° 3) délivré par le comité directeur de la fédération et signé du président.

Ces réductions sont les suivantes :

Sur les six grandes compagnies de chemins de fer, il est accordé le transport gratuit en 3e classe, au retour, du convoyeur de toute expédition de 600 kg au minimum ou payant pour ce poids (modèle n° 2).

Sur le réseau de l'État, la même réduction (transport gratuit en 3e classe du convoyeur au retour) est accordée dans tous les cas, quel que soit le poids des paniers expédiés (modèle n° 2).

Lorsque les expéditions faites sur les réseaux des diverses compagnies forment un chargement de deux wagons, les convoyeurs sont transportés gratuitement à l'aller et au retour (modèle n° 3).

Dans tous les cas, l'ordre de convoyage devra faire mention du poids des paniers transportés.

Le coupon de retour du convoyeur doit être utilisé dans les quarante-huit heures qui suivent les opérations du lâcher.

10 août. — *Décret sur les conditions du travail dans les marchés passés au nom de l'État.* (Direction du Contentieux et de la Justice militaire; Service spécial.) [*B. O.*, p. r., p. 640 à 643.)

21 août. — *Instruction pour l'application du décret du 10 août 1899 sur les conditions du travail.* (Direction du Contentieux et de la Justice militaire; Service spécial.) [*B. O.*, p. r., p. 643 à 648.)

2 septembre. — *Circulaire relative aux états de propositions en faveur des officiers et adjoints du génie qui désirent servir aux colonies.* (Direction du génie; Bureau du personnel.) [*B. O.*, p. s., p. 725 et 726.] (*In extenso.*)

En exécution des dispositions de l'article 5 du décret du 20 avril 1899, les époques de relève normale des officiers et adjoints du génie en service aux colonies ont été fixées, de concert entre les ministres de la guerre et des colonies, ainsi qu'il suit, pour chaque colonie :

Indo-Chine. . .	Octobre et novembre.
Madagascar . .	Avril et mai.
Soudan	Octobre.

Toutefois, des envois de personnel peuvent être faits en dehors de ces dates, mais à titre tout à fait exceptionnel. Les officiers

et adjoints du génie qui désirent être employés dans les colonies, au service des travaux publics, doivent en adresser la demande au ministre aux époques ci-dessous fixées. Les capitaines doivent avoir deux ans de présence dans une chefferie au moment de la proposition. Les lieutenants doivent avoir une campagne au polygone au moment de la proposition.

Les propositions concernant les officiers et les adjoints du génie sont établies conformément au modèle annexé, et elles sont appuyées d'une demande écrite des intéressés; elles doivent être adressées au ministère (4e direction; 1er bureau) chaque année, le 1er mars et le 1er septembre. Elles ne sont valables que pendant la période de six mois qui s'écoule entre ces deux époques et sont considérées comme annulées de droit si elles n'ont pas été renouvelées.

Le premier état à fournir devra parvenir le 15 septembre prochain.

7 septembre. — *Témoignage de satisfaction pour travaux d'hiver effectués par des officiers des 1er, 4e, 6e et 7e régiments du génie en 1897-1898.* (Direction du génie; Bureau du matériel.) (*B. O.*, p. s., p. 749 et 750.) [*In extenso.*]

Il est accordé un témoignage de satisfaction par lettre collective aux officiers du génie dénommés ci-après, pour les travaux d'hiver exécutés en 1897-1898:

A M. le capitaine Goujon, du 1er régiment.

A M. le lieutenant Pénette, du 4e régiment.

A M. le sous-lieutenant Beringuier, du 4e régiment, actuellement lieutenant au même régiment à Belfort.

A M. le lieutenant Wehrlin, du 6e régiment, actuellement capitaine au même régiment.

A M. le capitaine Campana, du 7e régiment.

A M. le lieutenant Vincent, du 7e régiment.

8 septembre. — *Circulaire relative à l'application du décret du 10 août 1899 sur les conditions du travail.* (Direction du génie; Bureau du matériel.) [*B. O.*, p. r., p. 1 à 4.] (*In extenso.*)

Un décret en date du 10 août 1899, publié au *Journal officiel* de la République française du 11 du même mois, a prescrit l'insertion, dans les cahiers des charges des marchés de travaux publics ou de fournitures passés au nom de l'Etat, des clauses par lesquelles l'entrepreneur s'engagera à observer diverses conditions indiquées audit décret en ce qui concerne la main-d'œuvre de ces travaux ou fournitures dans les chantiers et ateliers organisés ou fonctionnant en vue de l'exécution du marché.

Une instruction ministérielle en date du 21 août 1899, publiée

au *Bulletin officiel*, a donné diverses indications générales pour l'application du décret susvisé.

Mais, en vue d'apporter de l'uniformité dans la rédaction des clauses qui devront être insérées à l'avenir dans les cahiers des charges des travaux de constructions militaires exécutés par le service du génie, j'ai arrêté les dispositions suivantes :

Dans chaque cahier des charges spéciales (modèles nos 11, 12 et 13 de l'instruction du 15 mars 1897), il y aura lieu d'insérer, à l'avenir, dans le chapitre Ier (dispositions générales), immédiatement après les articles où sont définis les travaux à exécuter, ainsi que les conditions générales auxquelles sont soumis lesdits travaux, les clauses suivantes, dont le numérotage devra être mis en concordance avec celui des articles précédents :

Art. *a*). — L'entrepreneur est soumis aux dispositions du décret du 10 août 1899 au sujet des conditions du travail.

Art. *b*). — L'entrepreneur est tenu d'assurer aux ouvriers et employés un jour de repos par semaine. Ce jour de repos, qui sera le même pour tous les ouvriers, sera déterminé par le chef du génie suivant les usages locaux.

Art. *c*). — L'entrepreneur ne pourra employer des ouvriers étrangers que sur les chantiers de bâtiments militaires ; le nombre des ouvriers étrangers ainsi employés ne devra pas dépasser, dans chaque profession, le (proportion à fixer par le chef du génie selon la nature des travaux et la région où ils sont exécutés) du nombre total des ouvriers de la même profession employés sur le chantier.

Art. *d*). — Les salaires que l'entrepreneur s'engage à payer aux ouvriers et manœuvres qu'il emploiera dans les travaux faisant l'objet de la présente entreprise ne pourront pas être inférieurs aux taux indiqués dans le bordereau ci-après :

Bordereau des salaires normaux.

NUMÉROS du BORDEREAU.	PROFESSIONS.	PRIX de L'HEURE.	DURÉE NORMALE du travail journalier.	OBSERVATIONS.

Ce bordereau devra être affiché sur les chantiers ou ateliers par les soins et aux frais de l'entrepreneur dans la forme et aux endroits à déterminer par le chef du génie.

Art. *e*). — La durée du travail journalier est fixée par profes-

sion conformément aux indications portées dans le bordereau des salaires en regard de chaque profession.

Art. *f*). — En cas de nécessité absolue, l'entrepreneur pourra, avec l'autorisation expresse et spéciale du chef du génie, déroger aux clauses prévues aux articles *b*) et *e*) du présent cahier des charges.

Les salaires des heures supplémentaires de travail ainsi faites par les ouvriers seront majorés de p. 100 (majoration à fixer par le chef du génie selon la nature des travaux et la région où ils sont exécutés).

Art. *g*). — Lorsque l'entrepreneur aura à employer des ouvriers que leurs aptitudes physiques mettent dans une condition d'infériorité notoire sur les ouvriers de la même catégorie, il pourra leur appliquer exceptionnellement un salaire inférieur au salaire normal.

Dans ce cas, et sur la demande de l'entrepreneur, le chef du génie fixera, par la voie de l'ordre, la proportion maxima de ces ouvriers par rapport au total des ouvriers de la catégorie et le maximum de la réduction possible à faire subir aux salaires normaux.

Art. *h*) — Lorsque, sur l'ordre écrit du chef du génie, des travaux seront exécutés à la journée, les heures de travail des ouvriers ainsi employés seront payées à l'entrepreneur aux prix du bordereau de l'article *d*), après que ce prix aura été majoré de 20 p. 100 pour tenir compte des faux frais et bénéfices.

Les sommes ainsi payées à l'entrepreneur pour travaux à la journée ne seront pas passibles soit du rabais, soit de la surenchère résultant de l'adjudication.

Art. *i*). — Les bordereaux des salaires pourront être revisés sur la demande de l'entrepreneur ou des ouvriers, lorsque des variations dans le taux des salaires ou dans la durée du travail auront reçu une application générale dans l'industrie en cause.

Cette réduction sera faite par les soins du chef du génie, qui devra :

1° Se référer, autant que possible, aux accords entre les syndicats patronaux et les ouvriers de la localité;

2° A défaut de cette entente, provoquer l'avis de commissions mixtes composées en nombre égal de patrons et d'ouvriers, et, en outre, se munir de tous renseignements utiles auprès des syndicats professionnels, conseils de prud'hommes, ingénieurs, architectes départementaux et communaux, et autres personnes compétentes.

Art. *k*). — Une revision correspondante des prix du marché, autres que les salaires, les prix de fourniture de matériaux ou de locations de machines, pourra être réclamée par l'entrepreneur ou effectuée d'office par l'administration quand les variations

ainsi constatées dans le taux des salaires ou la durée du travail journalier dépasseront en plus ou en moins la limite du cinquième desdits salaires ou de la durée de la journée de travail.

Art. *l*). — S'il est constaté qu'un ouvrier a été payé à un taux inférieur à celui indiqué dans le bordereau des salaires, l'entrepreneur sera mis en demeure, par la voie de l'ordre, de s'acquitter immédiatement de ce qui reste dû à l'ouvrier.

Si l'entrepreneur ne se conforme pas à cette mise en demeure, les différences de salaires dues à l'ouvrier lui seront payées directement par l'administration et seront précomptées sur les sommes qui peuvent être dues à l'entrepreneur, sans préjudice des droits à exercer contre lui en cas d'insuffisance.

Art. *m*). — Le marchandage est interdit à l'entrepreneur, conformément aux prescriptions du décret du 2 mars 1848 et de l'arrêté du gouvernement du 21 mars 1848.

Si l'entrepreneur contrevient aux dispositions précédentes, le ministre a le droit, après une simple constatation du chef du génie, soit de prononcer la résiliation pure et simple de l'entreprise, soit de faire procéder à une nouvelle adjudication aux risques et périls de l'entrepreneur.

Enfin, vous voudrez bien remarquer que, par suite de l'adjonction au cahier des charges spéciales du « Bordereau des salaires », les heures d'ouvriers dont les prix figuraient précédemment au chapitre Ier de la série des prix qui est annexé au marché deviennent sans objet.

Il n'y aura donc lieu de faire figurer à l'avenir au chapitre Ier de la série que les locations d'outils ou de machines.

J'ai l'honneur de vous prier de vouloir bien assurer l'exécution des dispositions qui précèdent.

17 septembre. — *Instruction relative aux mesures générales concernant la visite et l'entretien du matériel des équipages de pont.* (Direction du génie; Bureau du matériel.) [*B. O.*, p. 795 à à 773.] (*In extenso.*)

CHAPITRE Ier.

GÉNÉRALITÉS.

Constitution et conservation du matériel. — Visite, entretion courant et réparations.

Art. 1er. — Le matériel d'équipage de pont comprend du matériel de guerre et du matériel d'instruction.

Il est entreposé dans les magasins :

1° De certaines chefferies ;
2° Des écoles du génie ;
3° De la chefferie du matériel de guerre du génie.

Il est géré et conservé par ces établissements conformément aux prescriptions du règlement du 9 septembre 1888 sur la comptabilité-matières.

Ce matériel est visité annuellement par une commission spéciale dont la composition est donnée par le tableau ci-après :

MATÉRIEL CONSERVÉ DANS LES MAGASINS		
DES CHEFFERIES.	DES ÉCOLES DU GÉNIE.	DE LA CHEFFERIE du matériel de guerre du génie.
Un capitaine, un adjoint ou stagiaire, un ouvrier d'état ou candidat — appartenant à la chefferie du matériel de guerre du génie.	Un capitaine — de la chefferie du matériel de guerre du génie. Un capitaine, un adjoint, un ouvrier d'état — de l'école du génie.	Un capitaine, un adjoint, un ouvrier d'état — pris dans le personnel de la chefferie du matériel de guerre du génie.

Dans le cas d'un équipage ou d'un demi-équipage de pont affecté à une formation de campagne, la commission comprend, en outre, l'officier désigné pour commander l'unité en cas de mobilisation, si cet officier est présent au corps auquel ressortit l'unité, ou, à défaut, un officier spécialement désigné à cet effet.

Les réparations sont faites d'après les indications du procès-verbal rapporté à la suite de la visite annuelle.

POUR LE MATÉRIEL CONSERVÉ DANS LES MAGASINS		
DES CHEFFERIES.	DES ÉCOLES DU GÉNIE.	DE LA CHEFFERIE du matériel de guerre du génie.
Par une équipe d'ouvriers d'art de la chefferie du matériel de guerre du génie.	Par les soins de ces écoles.	Par les soins de cet établissement.

Les prescriptions de la présente instruction ne sont applicables qu'au matériel de la réserve de guerre.

CHAPITRE II.

VISITES ANNUELLES.

Constitution de la commission de visite.

Art. 2. — 1° *Matériel déposé dans les chefferies.* — La commission spéciale est constituée par le ministre sur les propositions faites par le chef du génie du matériel de guerre.

Elle peut être accompagnée d'un détachement de sapeurs ouvriers d'art de la chefferie du matériel de guerre du génie.

Des corvées complémentaires et des attelages lui sont fournis par le commandant d'armes de la place où est entreposé le matériel, sur la demande du président de la commission.

L'itinéraire de la commission est arrêté par le ministre, sur les propositions du chef du génie du matériel de guerre, et il est notifié aux services locaux par l'intermédiaire des commandants de corps d'armée intéressés.

L'adjoint du génie comptable du matériel assiste aux opérations.

2° *Matériel déposé dans les écoles du génie.* — Le chef du génie du matériel de guerre adresse tous les ans au ministre, à la date du 1er octobre, des propositions pour la désignation du capitaine de sa chefferie qui doit faire partie des commissions de visite et l'itinéraire que doit suivre cet officier.

Le ministre fixe la date et l'ordre des visites. Il les notifie en temps utile par la voie du commandement aux écoles et, s'il y a lieu, aux officiers désignés pour commander les unités en cas de mobilisation.

L'adjoint du génie comptable du matériel assiste aux opérations.

3° *Matériel déposé dans les magasins de la chefferie du matériel de guerre.* — Le chef du génie du matériel de guerre adresse au ministre des propositions pour les dates de la visite du matériel affecté à des formations de campagne. Les officiers commandant ces formations sont convoqués en temps utile.

Objet des visites. — Opérations. — États de visites et procès-verbaux.

Art. 3. — *Objet de la visite.* — La visite a pour objet :

1° De s'assurer de l'état d'entretien et de conservation du matériel, et de vérifier si ces différents éléments sont susceptibles de faire un bon service de guerre ;

2° De signaler les réparations et remplacements à faire, les objets à réformer ou à faire passer au service d'instruction ;

3° De constater si le matériel est au complet, suivant les fixations des tableaux de composition.

Opérations. — Les opérations matérielles de la visite sont faites en se conformant aux prescriptions de l'instruction de détail sur la visite, l'entretien et la conservation du matériel des équipages de pont.

Etats de visite et procès-verbaux. — Les résultats de la visite sont consignés dans un procès-verbal de visite conforme au modèle n° 1 annexé à l'instruction, et rédigé par l'officier président de la commission ; celui-ci y inscrit les observations générales qu'il y a lieu de faire sur la façon dont est emmagasiné le matériel et sur l'état de conservation de ses différents éléments.

A ce procès-verbal est joint un état de visite du modèle n° 2, également annexé à l'instruction. Les voitures sont portées sur cet état dans la colonne 1, et suivant l'ordre de leur numérotage réglementaire ; au-dessous sont inscrites, dans la même colonne, les différentes parties de la voiture ou du chargement qui donnent lieu à observations. Les quantités des objets en déficit, en excédent, à réformer, à passer au service d'instruction, à réparer, soit par l'équipe d'ouvriers d'art de la chefferie du matériel de guerre, soit par le service local du génie, sont relevées dans les colonnes correspondantes n^{os} 2, 3, 4, 5, 6 et 7. Le détail des réparations ou remplacements à faire est indiqué en termes clairs et concis dans la colonne « Observations ».

L'état de visite comprend, à la fin, une récapitulation des objets en déficit, en excédent, à réformer et à passer au service d'instruction.

Pour les chefferies et les écoles du génie, les états de visite et les procès-verbaux sont établis en trois expéditions, dont l'une est laissée à la chefferie ou à l'école du génie qui a le matériel en charge, une autre conservée à la chefferie du matériel de guerre du génie et la troisième transmise au ministre (4^{e} Direction, 2^{e} Bureau) par le chef du génie du matériel de guerre, avec un état estimatif des objets en déficit, à réformer et à passer au service d'instruction.

Pour la chefferie du matériel de guerre, ces procès-verbaux et états sont établis en deux expéditions seulement.

Mise en route de la commission. — Visites à l'arrivée. — Indemnités.

Art. 4. — *Mise en route de la commission.* — Les membres désignés pour faire partie d'une commission sont munis d'une lettre de service indiquant les places ou établissements dans lesquels ils doivent se rendre, ainsi que la date de leur mise en route.

Visites à l'arrivée. — Avant de commencer les opérations de visite du matériel, le président de la commission, conformément aux prescriptions de l'article 308 du décret du 4 octobre 1891, se présente au commandant d'armes, au directeur et au chef du génie et, si le matériel est entreposé dans un établissement du service de l'artillerie, au directeur de cet établissement.

Indemnités. — Pendant toute la durée de leur mission, les officiers, adjoints ou stagiaires et ouvriers d'état ont droit aux indemnités fixées par la dépêche ministérielle n° 22481 du 27 octobre 1893 (4e Direction, 2e Bureau), et les sous-officiers candidats ouvriers d'état, aux indemnités fixées par la dépêche ministérielle n° 19127 du 25 septembre 1895 (4e Direction, 2e Bureau).

L'indemnité kilométrique est assurée dans tous les cas par le service de marche.

Sapeurs ouvriers d'art accompagnant la commission.

Art. 5. — Les sapeurs qui accompagnent la commission sont considérés comme isolés. Ils reçoivent par les soins du service de l'intendance, sur les crédits du service de marche, les indemnités prévues par le règlement du 15 décembre 1898 sur les frais de route.

Le chef du génie du matériel de guerre donne au corps de troupe où ces sapeurs sont en subsistance les renseignements nécessaires pour leur mise en route.

CHAPITRE III.

RÉPARATIONS.

Exécution des réparations dans les chefferies.

Art. 2. — *Constitution et mise en route de l'équipe d'ouvriers d'art. Mise en subsistance.* — L'effectif de l'équipe d'ouvriers d'art chargée des réparations est fixé, ainsi que la date de sa mise en route, par le ministre, d'après les propositions qui lui sont faites par le chef du génie du matériel de guerre. L'ordre de mouvement est adressé, par la voie hiérarchique, au corps de troupe dans lequel le détachement de sapeurs ouvriers d'art est en subsistance.

A l'arrivée à destination, l'équipe est mise en subsistance dans l'un des corps de troupe de la garnison même, ou de la garnison la plus voisine, si la localité où est entreposé le matériel ne comporte pas de corps de troupe constitué.

Après l'achèvement des travaux de réparations, l'équipe est remise en route pour Versailles par les voies ferrées. Un ordre de mouvement sera demandé, en temps utile, par le chef du génie de la chefferie dépositaire du matériel, à qui le chef de détachement devra faire connaître, dès son arrivée, et aussi exactement que possible, la date de l'achèvement des travaux.

Matériel et outillage nécessaires aux réparations. Corvées. — L'outillage et tous les approvisionnements nécessaires à l'exécution des travaux de réparations sont délivrés au chef d'équipe par les soins de la chefferie du génie comptable du matériel, d'après

les instructions laissées par le capitaine président de la commission de visite.

Des corvées sont fournies par le commandant d'armes, sur la demande du chef d'équipe, pour la manutention du matériel pendant les travaux et pour la remise en place d'après exécution des réparations.

Allocation d'une ration d'eau-de-vie. — Pendant toute la durée effective des travaux, il est alloué une ration d'eau-de-vie. Le corps nourricier fait l'avance de cette indemnité sur les fonds généraux de sa caisse. Il reçoit du service local du génie les états numériques prévus par l'article 22, n° 5, du règlement sur la solde du 29 mai 1890, pour justifier les distributions et poursuivre le remboursement de l'avance faite.

Les renseignements nécessaires pour l'établissement de ces états sont fournis chaque semaine au service local du génie par le chef du détachement.

Exécution des réparations, dans les écoles du génie et à la chefferie du matériel de guerre.

Art. 7. — *Matières et outillage.* — Les réparations sont exécutées par le personnel militaire et civil affecté aux ateliers des écoles du génie et de la chefferie du matériel de guerre; c'est également à ces établissements qu'incombe le soin d'approvisionner les matières et l'outillage nécessaires, en imputant la dépense sur les fonds spéciaux qui leur sont alloués à cet effet chaque année.

Corvées et attelages. — Les corvées exceptionnelles et les attelages sont fournis, en cas de besoin, savoir : aux écoles du génie, par les régiments correspondants ; à la chefferie du matériel de guerre, par l'un des régiments de la brigade du génie de Versailles, d'après les instructions données par le général commandant la brigade, sur la demande du chef du génie du matériel de guerre.

PROMOTIONS, MUTATIONS ET RADIATIONS

Du 16 septembre au 15 octobre 1899.

ÉTAT-MAJOR DE L'ARMÉE.

Généraux de division. — Radiations : MM. *Varaigne,* commandant le 18e corps d'armée, à Bordeaux, passé dans la 2e section, réserve (22 septembre). — *Gripois,* gouverneur de Belfort, commandant supérieur de la défense, passé dans la 2e section, réserve (7 octobre).

Généraux de brigade. — Promus *Généraux de division :* MM. *Marcille,* directeur du génie à Paris, maintenu dans ses fonctions de membre du comité technique du génie et du comité consultatif des poudres et

salpêtres, et d'inspecteur général, en 1899, du 10e arrondissement du génie. — *Joly,* commandant supérieur de la défense des places du groupe de Nice, commandant la subdivision de région d'Antibes, est maintenu dans ses fonctions et maintenu inspecteur général, en 1899, du 9e arrondissement du génie (7 octobre).

ARMÉE ACTIVE.

OFFICIERS.

Colonels. — Promus *Généraux de brigade :* MM. *Gillet,* au 6e rég., disponible. — *Nicolas,* directeur de Maubeuge, nommé directeur à Paris (7 octobre).

Mutation : M. *Morlagne,* breveté, directeur à Perpignan, est nommé au commandement du 6e rég. (8 octobre).

Lieutenants-Colonels. — Promus *Colonels :* M. *Debordes,* directeur à Orléans (7 octobre). — M. *Wilmet,* à la section technique du génie, nommé directeur à Maubeuge (8 octobre).

Mutation : M. *Azibert,* au 2e rég., nommé directeur à Perpignan (8 octobre).

Chefs de bataillon. — Promus *Lieutenants-Colonels :* M. *Clément de Grandprey,* breveté, commandant l'École de Versailles (7 octobre). — M. *Biny,* chef du génie à Limoges, désigné pour le 2e rég. (8 octobre).

Mutations : MM. *Baldenweck,* chef du génie à Saint-Denis, désigné pour être employé à la section technique du génie, à Paris, en qualité de secrétaire de la commission mixte des travaux publics. — *Ferrendier,* chef du génie à La Fère, désigné pour remplir les mêmes fonctions à Limoges. — *Cauboue,* hors cadres, à la disposition du ministre de la marine, réintégré dans les cadres et désigné pour être employé à la section technique du génie, à Paris. — *Bayet,* à Saint-Denis, nommé chef du génie dans cette place (8 octobre).

Radiation : *Labaurie,* chef du génie à Vesoul, retraité (30 septembre).

Capitaines en 1er. — Promus *Chefs de bataillon :* MM. *Boileau,* breveté, chef du génie à Valence. — *Véronique,* au 7e rég., comp. 19/2, à Alger, maintenu en Algerie. — *Vautour,* chef du génie à Saint-Brieuc. — *Larretche,* au ministère de la guerre, matériel du génie, nommé adjoint à l'inspecteur permanent des travaux pour l'armement des côtes (8 octobre).

Mutations : M. *Boidot,* au commandement du génie de la 6e région, désigné comme officier d'ordonnance de M. le général Papuchon (10 août). — M. *Paulin-Ruelle,* officier d'ordonnance de M. le général Dalstein, maintenu en la même qualité auprès de M. le général Boucher de Morlaincourt (4 septembre). — M. *Bernard,* breveté, hors cadres, officier d'ordonnance de M. le général André, maintenu en la même qualité auprès de cet officier général nommé au commandement de la 10e division d'infanterie (8 septembre). — MM. *Bassuet,* à Alger, désigné pour le 2e rég. — *Mullzer,* inspecteur des études à l'École polytechnique, désigné pour le 5e rég. — *Descourtis,* à la section technique du génie, désigné pour le 5e rég. — *Bedel,* officier d'ordonnance de M. le général de division Gripois, désigné pour être employé à Paris (R. G.). — *Digue,* au 5e rég., mis à la disposition du

ministre des colonies pour être employé au chemin de fer du Soudan (17 septembre). — MM. *Tétart,* au 3e rég., désigné pour le 7e rég., comp. 19/4, à Oran. — *Biais,* breveté, hors cadres, à l'état-major du gouvernement militaire de Paris, désigné pour servir en qualité d'officier d'ordonnance auprès de M. le général commandant le département de la Seine (21 septembre). — M. *Roche,* au 1er rég., mis hors cadres, à la disposition du ministre des colonies, pour être employé à l'administration centrale (28 septembre). — MM. *Ginet,* au 7e rég., désigné pour le 1er rég. — *Brion,* à Briançon, désigné pour être employé à Vincennes. — *Bléard,* professeur adjoint de fortification à l'École d'application de l'artillerie et du génie à Fontainebleau, désigné pour le 1er rég., 6e bat., à Verdun. — *Thouverez,* à Vincennes, désigné pour le 7e rég. — *Cadroy,* à Tunis (direction), désigné pour le 7e rég. — *Darmandieu,* chef du génie à Sidi-bel-Abbès, désigné pour le 2e rég. (3 octobre). — *Chevanne,* à Saint-Germain, nommé chef du génie à La Fère. — *Faiveley,* à Vesoul, nommé chef du génie dans cette place. — *Lamouche,* au 2e rég., désigné pour être employé à Angers. — *Connétable,* à Fontainebleau, désigné pour le 3e rég. (8 octobre). — MM. *Carlhan,* au 2e rég., comp. 16/4, à Tunis, classé à l'état-major particulier en Tunisie. — *Magny,* au 4e rég., commandant l'École du génie de Besançon, désigné pour faire le service au 7e bat. — *Aubertin,* au 7e bat., désigné comme commandant de l'École du génie de Besançon (14 octobre).

Radiation : M. *Baffie,* nomme sous-intendant de 3e classe dans la division d'Oran (8 octobre).

Capitaines en 2e. — Promus *Capitaines en 1er* : MM. *Magny,* au 4e rég. — *Aubert,* au 5e rég. — *Campana,* au 7e rég., en Algérie — *Lafon,* au 1er rég. — *Mesnier,* au 1er rég. — *Aubertin,* au 4e rég., à Besançon. — *Delahet,* au 4e rég. — *Cartier,* officier d'ordonnance de M. le général gouverneur de La Fère. — *Rabusseau,* à Cherbourg. — *Ribard,* à Toulon (14 octobre).

Mutations : MM. *Combebiac,* au 2e rég., désigné comme professeur adjoint du cours de fortification à l'École d'application de Fontainebleau. — *Chotin,* à Belfort, désigné comme professeur adjoint du cours de topographie à l'École d'application de Fontainebleau (19 septembre). — MM. *Becq,* au 1er rég., instructeur à l'École de télégraphie militaire du Mont-Valérien, désigné pour être détaché au Dépôt central de télégraphie militaire. — *Berthélemy,* au 3e rég. (détaché à Compiègne), désigné pour servir en qualité d'officier d'ordonnance auprès de M. le général Grillon (21 septembre). — MM. *Prangé,* au 1er rég., désigné pour être employé à Remiremont. — *Gosselain,* à Remiremont, désigné pour le 3e rég. — *Gesseaume,* à Tlemcen, désigné pour le 1er rég., 20e bat., à Toul. — *Cholley,* au 6e rég., désigné pour être employé au ministère de la guerre, 4e direction, 2e bureau. — *Rat,* à Toulon, désigné pour être employé à la section technique du génie, détaché à Montluçon — *Cancel* (A.), au 3e rég., désigné pour le 2e rég. — *Balitrand,* hors cadres, rentrant de Madagascar, réintégré dans les cadres et désigné pour être employé en Algérie (3 octobre). — MM. *Rolillard,* à Lunéville, désigné pour le 1er rég. — *Campana,* au 7e rég., désigné pour commander la compagnie 19/2 du même régiment, à Alger. — *Charriou,* à Nancy, désigné pour le 2e rég. — *Beaurepaire,* hors cadres, rentrant du Soudan, réintégré dans les cadres et désigné pour être

employé à Saint-Germain. — *Reynier,* hors cadres, rentrant du Soudan, réintégré dans les cadres et classé au 5e rég. (8 octobre). — M. *Guiot,* à l'état-major particulier, à Bizerte, classé au 2e rég., comp. 16/4, à Tunis (14 octobre).

Lieutenants en 1er. — Promus *Capitaines en 2e* : MM. *Cousin,* au 4e rég., à Besançon, désigné pour être employé à Compiègne. — *de Tardy de Montravel,* au 1er rég., à Verdun, désigné pour être employé à Toulon. — *Baudran,* hors cadres, au chemin de fer du Soudan, réintégré dans les cadres et nommé inspecteur des études à l'École polytechnique. — *Rollin,* au 7e rég,, en Algérie, désigné pour le 4e rég. — *Carra,* au 2e rég., en Tunisie, désigné pour être employé à Tours. — *Siffray,* hors cadres, au 2e rég., à Madagascar, maintenu hors cadres. — *Bazin,* au 7e rég., en Algérie, désigné pour être employé à Brest. — *Roy,* au 2e rég., en Algérie, maintenu en Algérie. — *Bachellery,* hors cadres, en mission au Dahomey, maintenu hors cadres. — *Winkler,* au 7e rég., en Algérie, maintenu en Algérie. — *Juvenel,* au 4e rég., maintenu au 4e rég. — *Macaire,* hors cadres, au ministère des colonies, maintenu hors cadres (17 septembre). — MM *Georges,* au 1er rég., comp. 20/3, à Epinal, désigné pour être employé à Épinal. — *Pesquiès,* au 7e rég., désigné pour être employé à Castres. — *Martin,* au 1er rég., 6e bat., à Verdun, désigné pour être employé à Besançon. — *Clément,* au 7e rég., désigné pour être employé à Toulon. — *Sabathier de Soleyrol,* au 2e rég., comp. 17/4, à Alger, maintenu au 2e rég. (portion centrale). — *Savornin,* au 7e rég., comp. 12/4, à Constantine, maintenu en Algérie. — *Duffour,* au 5e rég., désigné pour le 6e rég. — *Bareth,* au 7e rég. — *Rey,* au 6e rég., désigné pour être employé à Nancy. — *Guibaud,* au 1er rég. — *Chastel,* au 5e rég., désigné pour être employé en Algérie. — *Correnson,* au 2e rég., comp. 16/4, à Tunis, maintenu en Tunisie. — *Vincent,* au 7e rég., comp. 19/2, à Alger, désigné pour être employé dans le 6e corps d'armée. — *Gascuel,* au 2e rég., désigné pour être employé à Montpellier. — *Routin,* au 4e rég., instructeur à l'Ecole de télégraphie militaire du Mont-Valérien. — *Brouillard,* au 7e rég., comp. 13/4, à Briançon, désigné pour être employé à Briançon. — *Marche,* au 1er rég., comp. 20/3, à Épinal, désigné pour être employé à Lunéville. — *Breuleux,* au 4e rég., 7e bat., à Besançon, désigné pour être employé à Belfort. — *Hélie,* au 6e rég., désigné pour être employé à Laval. — *Beyer,* au 4e rég., désigné pour être employé à Belfort. — M. *Cornu,* au 7e rég., instructeur à l'École de télégraphie militaire du Mont-Valérien, désigné pour le 1er rég., pour continuer à être détaché au Mont-Valérien. — *Boulin,* au 6e rég., désigné pour être employé à Nancy. — *Bloch,* au 2e rég., désigné pour être employé à Lorient. — *Bassez,* au 3e rég., désigné pour être employé à Fontainebleau (8 octobre).

Mutations : M. *Blanc,* au 3e rég., mis à la disposition du ministre des colonies pour être employé en Indo-Chine (9 septembre). — MM. *Tricaud,* au 4e rég., désigné pour le 7e rég., comp. 19/4, à Oran. — *Miguelgorry,* au 2e rég., désigné pour la comp. 17/4, à Alger. — *Poulot,* au 3e rég., désigné pour le 4e rég., 7e bat., à Besançon (17 septembre). — MM. *Peltier,* au 6e rég., détaché à l'École de télégraphie militaire du Mont-Valérien, classé au 3 rég., pour continuer à occuper sa situation actuelle. — *Dioux,* au 7e rég., désigné pour la comp. 13/4 du même régiment, à Briançon. — *Rhumeau* (J. A. F.),

au 3e rég., désigné pour le 1er rég., comp. 20/3, à Épinal. — *Rieuneau,* au 2e rég., désigné pour la comp. 16/4 du même régiment, à Tunis. — *Largeteau,* au 1er rég., désigné pour la comp. 20/3 du même régiment à Épinal. — *Scherb,* au 7e rég., désigné pour la comp. 19/2 du même régiment, à Alger. — *Thiriot,* au 6e rég., désigné pour le 7e rég., comp. 12/4, à Constantine (8 octobre). — MM. *Sergent,* au 7e rég., à Avignon, désigné pour la comp. 12/4, à Constantine. — *Emeric,* au 7e rég., à Avignon, maintenu à Avignon (14 octobre).

Lieutenants en 2e. — Promus *Lieutenants en 1er* : MM. *Marcot,* au 7e rég. — *Thiriot,* au 7e rég. — *Mourgnot,* au 7e rég. — *Lepoivre,* au 3e rég., à Épinal. — *Humbert,* au 4e rég. — *Normand,* au 6e rég. — *Ballabey,* au 4e rég. — *Kœhret,* au 4e rég. — *Coquelet,* au 1er rég. — *Roche,* au 5e rég. — *Rivet,* au 5e rég. — *Emeric,* au 7e rég. — *Maria,* au 2e rég., en Tunisie. — *Izard,* au 4e rég. — *Pénetle,* au 4e rég. — *Carvès,* au 1er rég. — *Dumont,* au 2e rég. — *Dauvergne,* au 4e rég. — *Blaise,* au 5e rég. — *Pierrot,* au 5e rég. — *Lefort,* au 4e rég. — *Leneveu,* au 5e rég. — *Tulpin,* au 1er rég. — *Thabard,* au 1er rég. — *Hentiens,* au 1er rég. — *Combe,* au 1er rég. — *Faucher,* au 7e rég. — *Lemerle,* au 1er rég. — *Gaucher,* au 1er rég. — *Leroux,* au 7e rég. — *Meunier,* au 4e rég. — *Torquebiau,* au 2e rég. — *Gilbert,* au 6e rég. (14 octobre).

Mutations : MM. *Emeric,* au 7e rég., désigné pour la comp. 12/4, à Constantine. — *Maria,* au 2e rég., désigné pour la comp. 16/4, à Tunis (17 septembre). — *Girodin,* au 2e rég., désigné pour le 4e rég. — *Lamouroux,* au 6e rég., désigné pour le 2e rég., comp. 17/4, à Alger. — *Wysocki,* au 7e rég., désigné pour le 6e rég. (8 octobre).

Sous-Lieutenants. — MM. *Molle,* au 7e rég., détaché à l'École d'application de cavalerie de Saumur, classé au 4e rég. et maintenu dans sa situation actuelle. — *Charneau,* au 4e rég., désigné pour le 7e rég., comp. 19/4, à Oran (17 septembre). — *Chandés,* au 1er rég., détaché à l'École d'application de cavalerie, à Saumur, classé au 5e rég. et maintenu dans sa situation actuelle (8 octobre).

RÉSERVE.

Sous-Lieutenant. — Radiation : M. *Jonquet,* démissionnaire (19 septembre).

ADJOINTS.

Adjoint principal de 1re classe — Radiation : M. *Sehet,* à l'École d'application de Fontainebleau (17 septembre).

Adjoints principaux de 2e classe. — Promus *Adjoints principaux de 1re classe* : MM. *Peltier,* à l'Ile d'Oléron. — *Ruot,* à la direction des services de la télégraphie militaire et du matériel de guerre du génie, à Paris (8 octobre).

Mutation : M. *Bazire,* à Tours, désigné pour la direction de Rouen (8 octobre).

Radiation : M. *Châtaux,* à Chaumont, retraité (28 septembre).

Adjoints de 1re classe. — Promus *Adjoints principaux de 2e classe :* MM. *Blondet,* dans la direction de Dunkerque. — *Guy,* à Besançon. — *Butin,* à Lille (8 octobre).

Mutations : M. *Devin,* au ministère de la guerre, 4e direction, 2e bureau, classé au 1er bureau de la même direction (21 septembre). — M. *Blondet,* à Rennes, désigné pour la direction de Dunkerque (22 septembre).

ADJOINTS DE 2e CLASSE. — Promus *Adjoints de 1re classe :* M. *Lubin,* à Rennes (7 octobre). — MM. *Guériot,* à Auxerre. — *Guyard,* à Amiens. — *Auberl,* à Lille (direction) [8 octobre].

Mutations : M. *Guillaume,* à Compiègne, désigné pour la direction de Dijon. — *Quénelle,* à Paris (R. D.), désigné pour la direction de Bastia. — *Arnould* (F. G.), à Tunis, désigné pour la direction de Paris (10 août). — M *Génin,* à Paris (R. D.), désigné pour être employé au ministère de la guerre, 4e direction, 2e bureau (21 septembre). — *Spiess,* dans la direction de Dijon, désigné pour la direction de Bordeaux. — *Verdaguer,* à Bordeaux, désigné pour être employé en Tunisie (8 octobre).

ADJOINTS DE 3e CLASSE. — Promus *Adjoints de 2e classe :* MM. *Coltat,* à l'École du génie de Verdun. — *Miserolle,* à Perpignan (8 octobre).

Mutations : MM. *Buffard,* à Lorient, désigné pour l'Algérie. — *Dupont,* à La Fère, désigné pour la direction de Grenoble (10 août). — M. *Gerdol,* hors cadres au Soudan, réintégré et désigné pour la direction de Rennes (22 septembre). — MM. *Regnaut,* hors cadres, au Soudan, réintégré et désigné pour la direction de Tours. — *Bossot,* à Bourges, désigné pour la direction de Toul. — *Bernard* (A. J. G.), à Gap, désigné pour la direction de Rouen. — *Défassiaux,* à Rouen, désigné pour la direction de Briançon (8 octobre).

STAGIAIRES. — Promus *Adjoints de 3e classe :* MM. *Beaudet,* à Albertville. — *Léaustic,* hors cadres, au chemin de fer du Soudan. — *Oliviéro,* à Laon (8 octobre).

SOUS-OFFICIERS. — Nommés *Stagiaires :* MM. *Marpon,* serg. au 3e rég., désigné pour être employé dans la direction de Brest. — *Châtelain,* serg. au 1er rég., désigné pour être employé dans la direction de Bourges (8 octobre).

RÉSERVE DE L'ARMÉE ACTIVE.

OFFICIERS.

CAPITAINES. — Promus *Chefs de bataillon :* MM. *Eschbach, Stoclet, Mussat, Clarard, Voisin, Leloutre, Pavie* (22 septembre).

Le Gérant, CH. NORBERG.

NOTES

SUR LES

PAVILLONS D'HOPITAUX

CONSTRUCTION, VENTILATION, CHAUFFAGE, ETC.

(*Suite et fin* [1].)

IV

DISPOSITIONS PRINCIPALES DU BATIMENT

Orientation. — L'orientation des pavillons d'hôpitaux a donné lieu à de nombreuses discussions [2]. Deux théories radicalement opposées sont en présence.

L'une préconise la direction N.-S. pour le grand axe des pavillons, afin que leurs deux faces bénéficient de l'action solaire et qu'ils soient le moins possible exposés à l'ombre des bâtiments voisins.

L'autre adopte la direction E.-O., en raison de ce qu'en hiver (seule saison où les rayons du soleil soient à rechercher), il importe de les recevoir normalement sur une façade au milieu de la journée, et non aux heures du matin ou de l'après-midi où ils sont annulés par des brumes.

Il semble permis de conclure, avec le rapport du docteur

1. Voir *Revue*, 1899, t. XVIII, p. 289.

2. Voir *Revue du génie*, 1889, t. XII, p. 229, général Gripois, *Sur l'orientation à donner aux bâtiments militaires*; — *Revue d'hygiène* de 1898, pages 27 et 127, Spataro, *Orientation et largeur des rues*.

Rochard, que sous les latitudes du nord et du centre de la France, la question des rayons solaires n'a pas un très grand intérêt, et que l'orientation doit être souvent déterminée par la considération des vents régnants. Les longs côtés des salles doivent être dirigés aussi obliquement que possible au sens de ces vents, tant pour éviter le fouettement de la pluie sur une façade, que l'action perturbatrice du vent sur l'aération naturelle par les impostes, fenêtres ou prises d'air spéciales.

Il convient aussi d'éviter, en tous cas, pour les régions dont il s'agit, une orientation dirigée trop exactement E.-O., à cause de l'humidité qui se développe au pied d'une façade que le soleil n'atteint presque jamais.

Dans le midi de la France et en Algérie, la meilleure orientation semble être celle adoptée par le général Gripois pour l'hôpital de Tunis, c'est-à-dire E.-O., avec vérandas sur la face sud.

Nombre d'étages. — Nous avons déjà dit, à propos de la ventilation, comment certains auteurs, jugeant la forme ogivale indispensable au fonctionnement de la ventilation naturelle, posent en principe que les pavillons de malades doivent se composer d'un seul rez-de-chaussée, plus ou moins surélevé. Ils font ressortir, avec chiffres à l'appui, que la superficie à acquérir n'est pas augmentée de plus de 1/8 par rapport au cas de pavillons à rez-de-chaussée et étage, parce que l'espacement des pavillons est moindre, et que les frais de construction ne sont pas augmentés de plus de 1/6, à cause de la légèreté qu'il est possible de réaliser.

On peut objecter à cette manière de voir que, d'une part, les petits intervalles laissés entre les pavillons sont difficiles à aménager en jardins réellement agréables pour les malades ; et que, d'autre part, comme semble le démontrer l'expérience de l'hôpital de Bourges, de l'hôpital Boucicaut, de la maternité de l'hôpital Saint-Antoine, les pa-

villons ogivaux à simple rez-de-chaussée sont d'un chauffage extrêmement onéreux. La comparaison indiquée des frais de construction ne paraît pas tenir compte, non plus, de l'augmentation du nombre des accessoires de toute nature, offices, lavabos, latrines, et de l'importance double des canalisations d'eau, de gaz, de vapeur, des égouts, des pavages et galeries de communication.

Enfin, le service de santé reproche généralement au système à simple rez-de-chaussée la dispersion des services, et la difficulté d'en assurer la surveillance et le bon fonctionnement avec un personnel équivalent.

Pour toutes ces raisons, et en présence d'exemples qui paraissent démontrer, comme nous l'avons dit, que pour les salles de dimensions modérées la ventilation rationnelle est réalisable avec des plafonds plats, nous pensons que les pavillons à rez-de-chaussée et un étage doivent être adoptés de préférence dans les hôpitaux militaires.

Contenance des salles. — Les grandes salles de 40 malades que l'on trouve dans les hôpitaux un peu anciens, comme l'hôpital militaire de Vincennes, sont aujourd'hui unanimement condamnées. On leur reproche, surtout depuis la suppression générale des rideaux des lits, de mettre le malade en présence d'un trop grand nombre d'autres souffrants, dont la vue et les plaintes ne peuvent qu'agir fâcheusement sur son moral.

On n'est pas bien fixé, toutefois, sur le nombre à adopter. A l'hôpital Saint-Joseph, les salles sont de 12 malades ; à Boucicaut, de 12 à 18 ; à l'hôpital militaire de Toul, de 24. Mais on ne dépasse plus guère ce dernier chiffre.

Ainsi que le montrent les divers croquis de pavillons qu'on trouvera ci-après, il y a aussi une tendance à augmenter le nombre des chambres pour malades isolés.

Nature de l'aire des salles. — Beaucoup de médecins combattent l'emploi des planchers, même imperméabilisés

au coaltar ou à la paraffine, et cela non seulement dans les hôpitaux, mais dans les casernes, les écoles, etc.[1]. Ils affirment que les inconvénients des dallages au point de vue du refroidissement ont été fort exagérés. On s'en rapporte trop, disent-ils, à l'impression que donne le pied nu, dont la sensibilité est très grande parce qu'il est rarement exposé à l'air, mais qui en réalité ne sera presque jamais en contact avec le dallage. Ils citent des résultats d'expériences thermométriques faites notamment en Italie, et qu'on peut résumer en disant qu'en moyenne la vitesse de refroidissement sur un dallage est seulement double de ce qu'elle est sur un plancher, alors que l'impression physiologique tendrait à faire croire à une différence beaucoup plus grande.

Il y a cependant, nous semble-t-il, un fait contre lequel toutes les mesures de laboratoire ne peuvent prévaloir, et que confirmeront tous ceux *qui ont habité* des locaux dallés. C'est le refroidissement lent et continu qui gagne les extrémités inférieures quand on séjourne dans ces locaux *avec des chaussures ordinaires*, par température un peu au-dessous de la moyenne. Ce refroidissement est encore beaucoup plus grave avec des chaussures mouillées, ce qui arrive souvent pour le soldat dans une caserne. Il est loin de se produire au même degré sur un plancher.

Quoi qu'il en soit, puisque nous n'avons à examiner ici la question qu'au seul point de vue des hôpitaux, et que nous n'avons d'ailleurs pas qualité pour discuter l'importance de l'imprégnation des planchers par les germes nocifs, nous devons convenir que, dans un pavillon de malades l'inconvénient du refroidissement est plus facile à combattre qu'ailleurs. Il suffit de disposer d'un système de chauffage permanent, s'étendant à tous les locaux, et de donner aux malades des chaussons épais.

Les carreaux de grès céramique commencent à être

---

1. Voir dans la *Revue d'hygiène* de 1898, page 193, un mémoire de M. le docteur Vallin sur la valeur hygiénique comparée des planchers et des dallages.

assez employés dans les hôpitaux. Plusieurs médecins recommandent de préférence la mosaïque, qu'il est possible actuellement de se procurer à 12 fr le mètre carré et qui n'exige pas les réparations fréquentes qu'occasionnent certains carrelages en grès. L'expérience de divers locaux très fréquentés, tels que la salle des pas-perdus de la gare de Paris-Orléans et divers magasins parisiens, démontre ses qualités de résistance. Il serait toutefois indispensable de s'adresser à des maisons connues et d'exiger des garanties convenables, car dans d'autres édifices on peut constater une dégradation des joints qui, malgré son peu de profondeur, doit rendre le nettoyage difficile.

Les carreaux d'asphalte comprimé, préconisés par M. le docteur Vallin pour les habitations collectives, et qui ont l'avantage d'être moins conducteurs de la chaleur que le grès, pourraient sans doute aussi être employés dans les hôpitaux.

Que l'on adopte le dallage ou le plancher, les plinthes en bois doivent être proscrites. Le parement du mur doit se raccorder avec l'aire par un arrondi, sans aucun ressaut. On

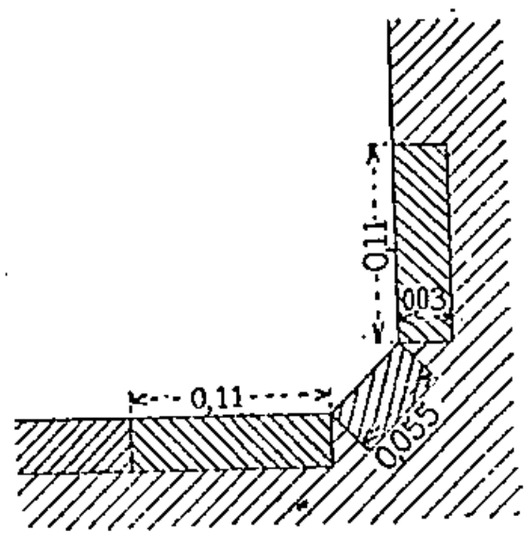


Fig. 14. — Exemple d'amortissement de l'angle du mur avec le dallage (1/10).

trouve des types de ces arrondis chez les fabricants de grès, avec toutes les coupes nécessaires pour suivre les sinuosités du pied des murs. On pourrait, au besoin, se contenter de la disposition ci-dessus (fig. 14), appliquée aux pavillons neufs de l'hôpital des Enfants-Malades, et consistant dans

Pavillon de l'hôpital militaire de Madrid (1/600).

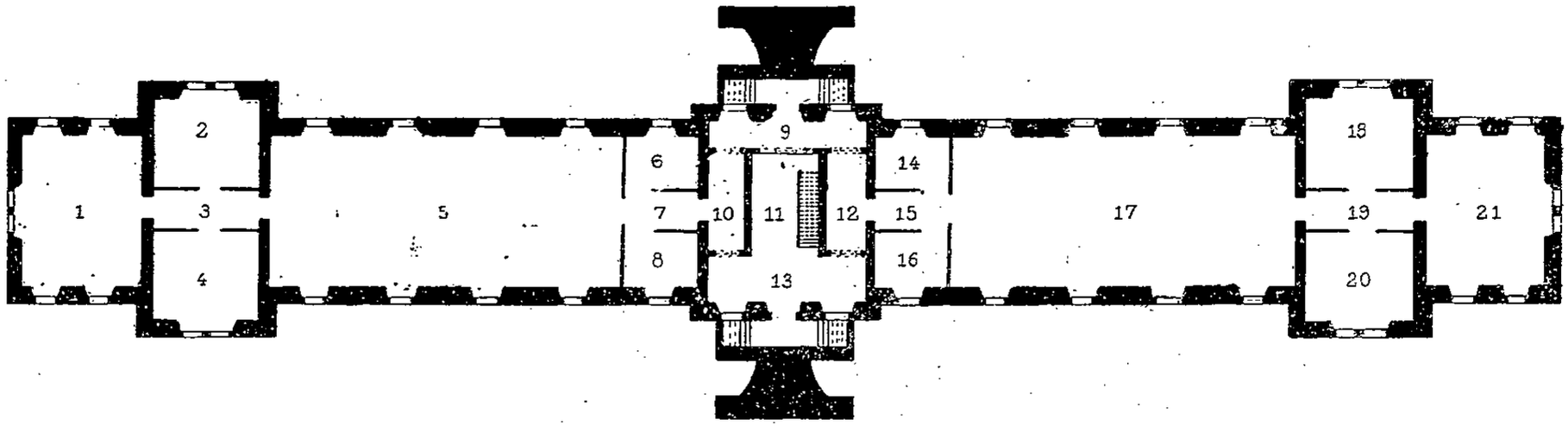


Fig. 15. — Plan du sous-sol.

Légende. — 1, 2, 4, 5, 17, 18, 20, 21, magasins ; 3, 7, 10, 12, 15, 19, couloirs ; 6, 14, dépôts de charbon ; 8, 16, chaufferies ; 9, 13, vestibules ; 11, escaliers.

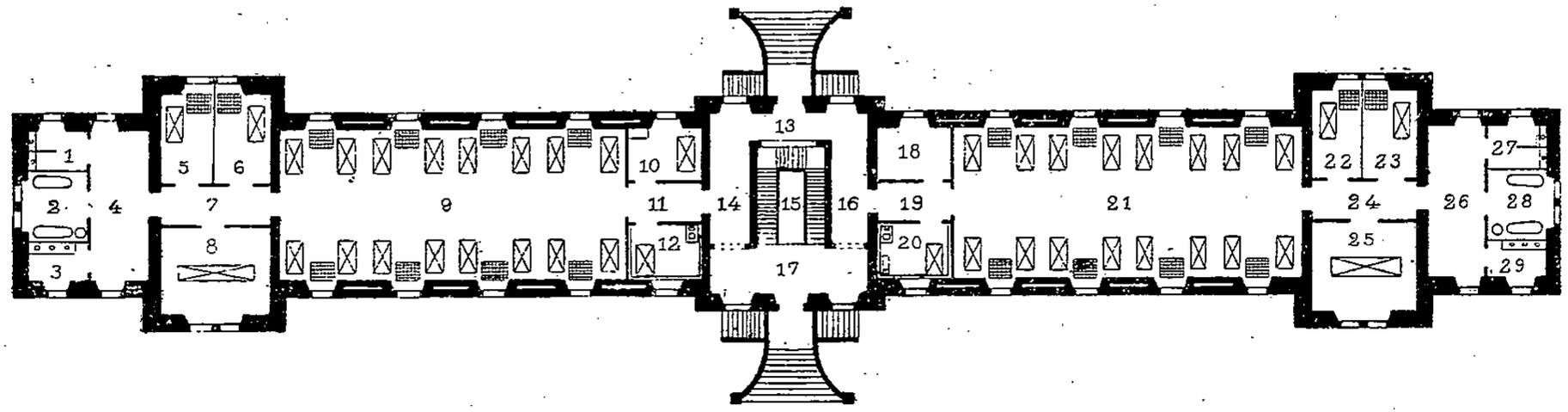


Fig. 16. — Plan du 1er étage.

Légende. — 1, 27, w-c ; 2, 28, bains ; 3, 29, lavabos ; 4, 7, 11, 14, 16, 19, 20, 24, 26, passages ; 5, 6, 22, 23, chambres d'isolement ; 8, 25, réfectoires et salles de réunion ; 9, 21, salles pour seize malades ; 10, cabinet du médecin ; 12, surveillant ; 13, 17, vestibule ; 15, escalier ; 18, petit magasin aux effets ; 20, infirmier. (On a indiqué sur le croquis les bouches d'air chaud grillagées du parquet.)

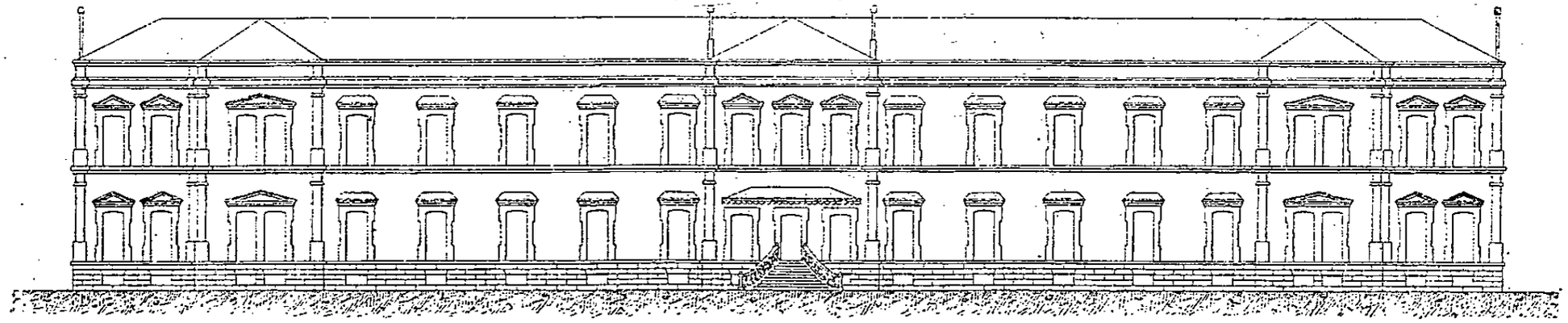


Fig. 17. — Élévation d'un pavillon de l'hôpital militaire de Madrid (1/600).

l'emploi d'un rang de carreaux verticaux affleurant la surface de l'enduit et d'un rang de demi-carreaux (0,11 × 0,055 m² par exemple), posés à l'inclinaison de 45°.

Quand, au lieu de murs, on a des cloisons minces, dont la continuité n'est pas indispensable (séparation de cabines de latrines, etc.), on peut éviter les arrondis et faciliter la propreté du sol en laissant un vide de 0,15 m environ entre ce sol et la cloison ; celle-ci est supportée par un petit fer à U, portant sur quelques montants espacés.

Types de pavillons. — Nous donnons ici les croquis de quelques pavillons de malades, choisis de préférence parmi ceux qui ne figurent pas dans les recueils

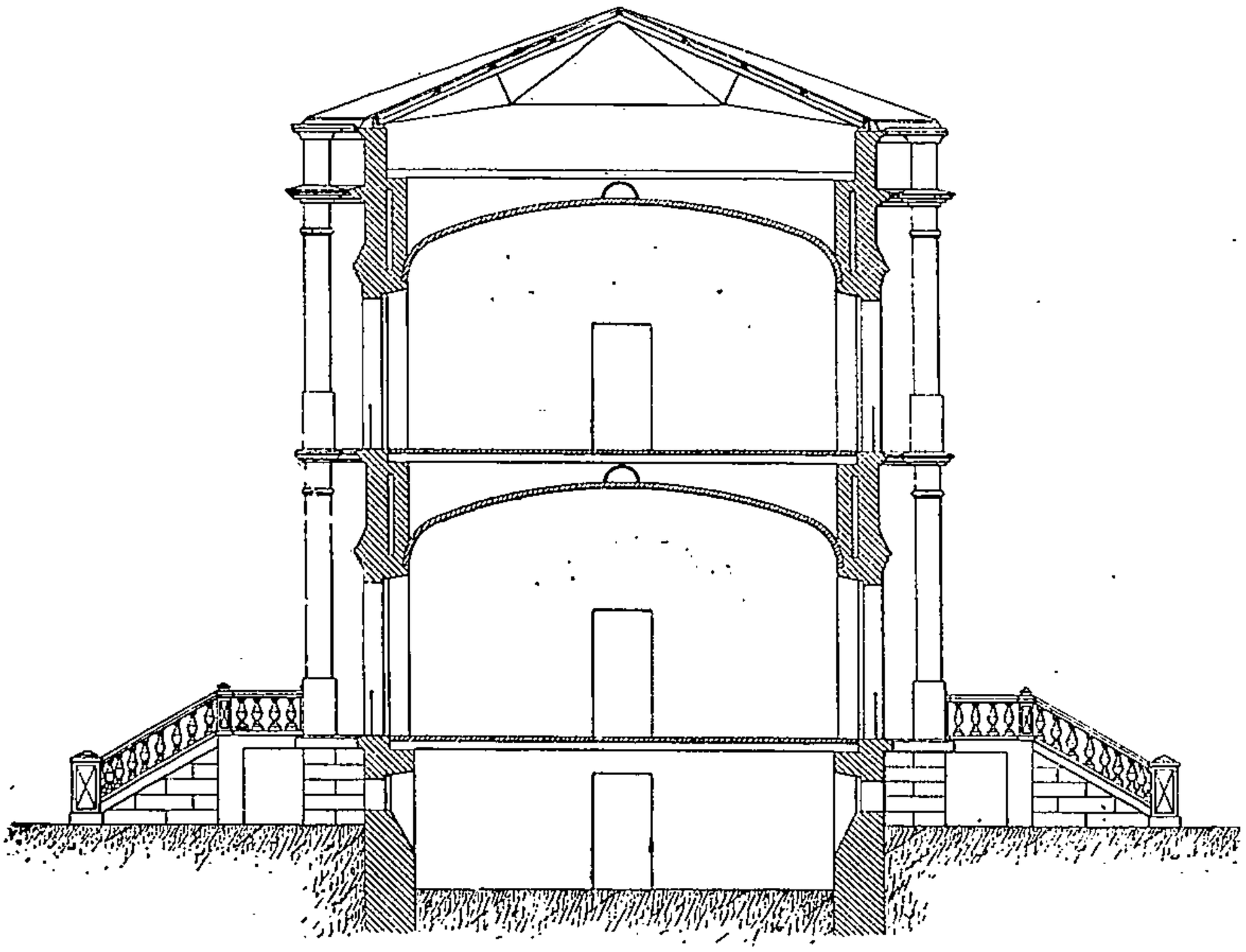


Fig. 18. — Coupe transversale d'un pavillon de l'hôpital militaire de Madrid (1/250).

énoncés au commencement de la présente note, ou pour lesquels les recueils sont difficiles à consulter.

Hôpital militaire de Madrid (fig. 15 à 18). — Le pavillon

comprend un rez-de-chaussée et un étage, sans communication l'un avec l'autre, l'entrée se faisant par des faces différentes pour chacun d'eux. Il comprend 4 salles de 16 malades et un certain nombre de petites salles. Les murs sont à double paroi, pour garantir l'intérieur contre les variations de température. Le chauffage à air chaud a été adopté par raison d'économie. La coupe transversale montre les plafonds courbes organisés pour évacuer l'air par la partie supérieure.

Hôpital militaire de Bucarest (fig. 19). — Pavillon à rez-de-chaussée et un étage (un deuxième étage dans la partie centrale sert au logement du personnel). La disposition consistant à avoir des fenêtres aux angles des grandes salles est à signaler comme évitant toute localisation d'air stagnant. Grâce à un couloir largement aéré qui les précède, les latrines ont pu trouver place au centre du pavillon ; il en est résulté une grande facilité pour la distribution, souvent gênée par cet accessoire. En même temps, elles échappent moins à la surveillance que lorsqu'on les place aux extrémités du bâtiment, et elles laissent disponible cet emplacement pour les salles de jour, qui y trouvent l'air et la vue résultant de la situation en pignon.

Ces salles de jour sont peut-être trop largement traitées, et pourraient sans inconvénient ne faire qu'un avec le promenoir vitré qui les suit. En outre, elles manquent de surveillance. Nous reviendrons plus loin sur cette question des salles de jour.

Hôpital militaire de Toul (fig. 20, 21 et 22). — Tous les pavillons de cet établissement sont reliés par une galerie de communication qui, touchant chacun d'eux par son vestibule seulement, laisse aux divers services toute indépendance. Elle présente malheureusement une surface vitrée considérable ; l'entrepreneur n'a pas entièrement évité les difficultés inhérentes à la construction des grands châssis vitrés métalliques, et le service de santé se plaint de ce que cette galerie est très froide en hiver.

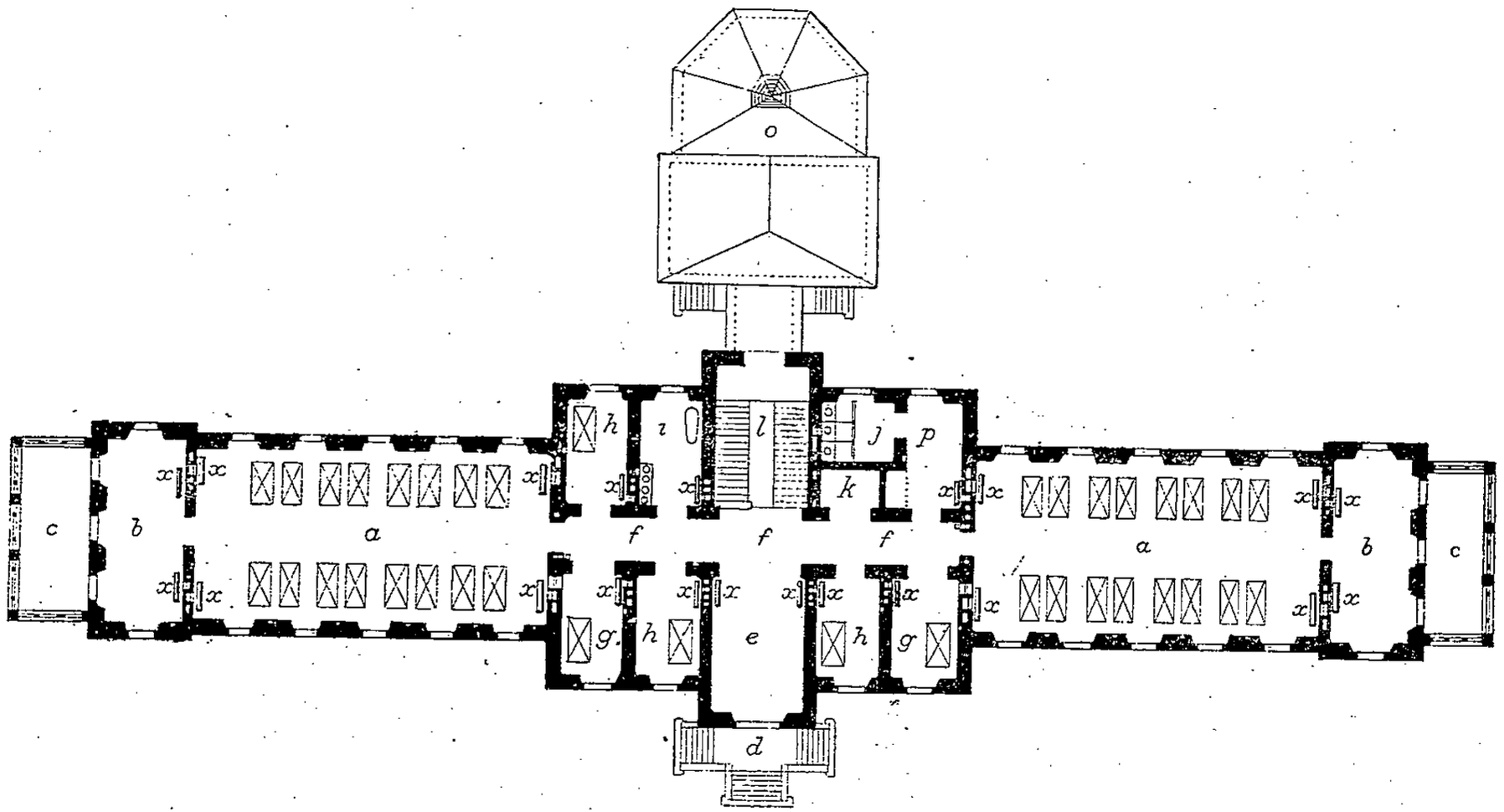


Fig. 19. — Pavillon de l'hôpital militaire de Bucarest (1/600).

Légende. — *a*, salle pour seize malades; *b*, salle pour les convalescents; *c*, promenoir vitré; *d*, escalier; *e*, vestibule; *f*, couloir; *g*, infirmiers; *h*, chambre d'isolement; *i*, bains et lavabos; *j*, w-c; *k*, ascenseur; *l*, escalier; *p*, passage; *o*, salle d'opérations; *x*, *x*, appareils de chauffage.

Pavillon de l'hôpital militaire de Toul (1/400).

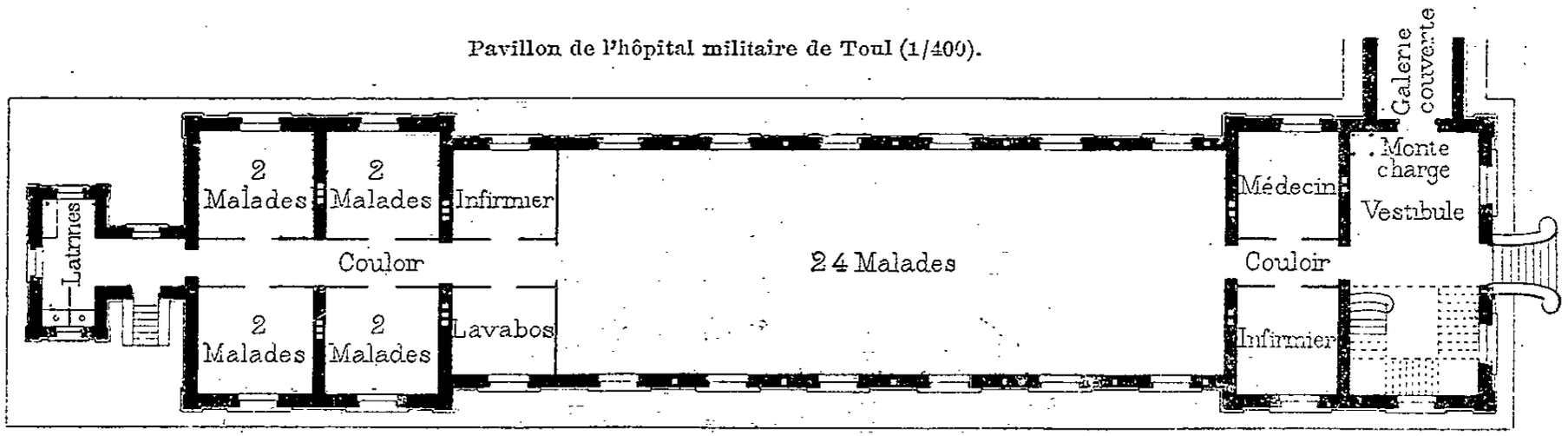


Fig. 20. — Plan du rez-de-chaussée.

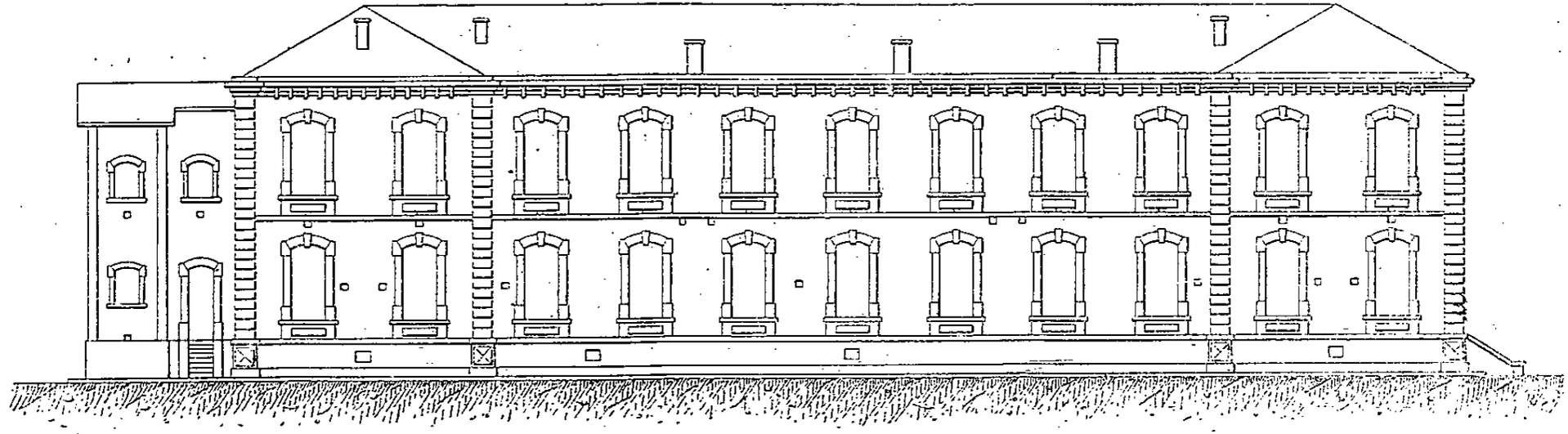


Fig. 21. — Élévation longitudinale.

La partie relative à l'aération a été particulièrement soignée. C'est l'aération avec prises distinctes d'hiver et d'été, en bas et en haut des pièces, combinée avec l'emploi de poêles Besson.

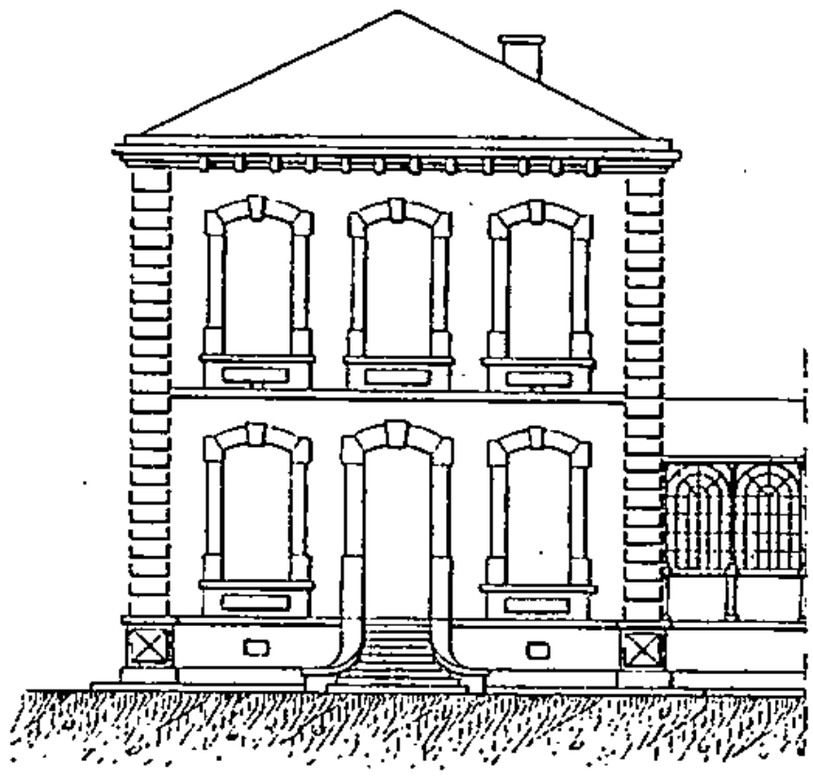


Fig. 22.— Élévation transversale d'un pavillon de l'hôpital militaire de Toul (1/400).

On a eu soin de tenir le grenier assez bas pour qu'il soit inutilisable, et l'escalier ne le dessert pas. C'est une disposition à imiter. Les greniers utilisables deviennent des dépôts de caisses, objets de réforme, etc. ; la poussière et la malpropreté s'y amassent ; ou bien ils sont aménagés tant bien que mal, au fur et à mesure de nouveaux besoins, pour toutes sortes d'usages auxquels ils sont peu appropriés. Le grenier d'un pavillon d'hôpital doit être un matelas d'air et rien de plus.

Hôpital de Montbéliard (hôpital civil avec un pavillon militaire) [fig. 23].

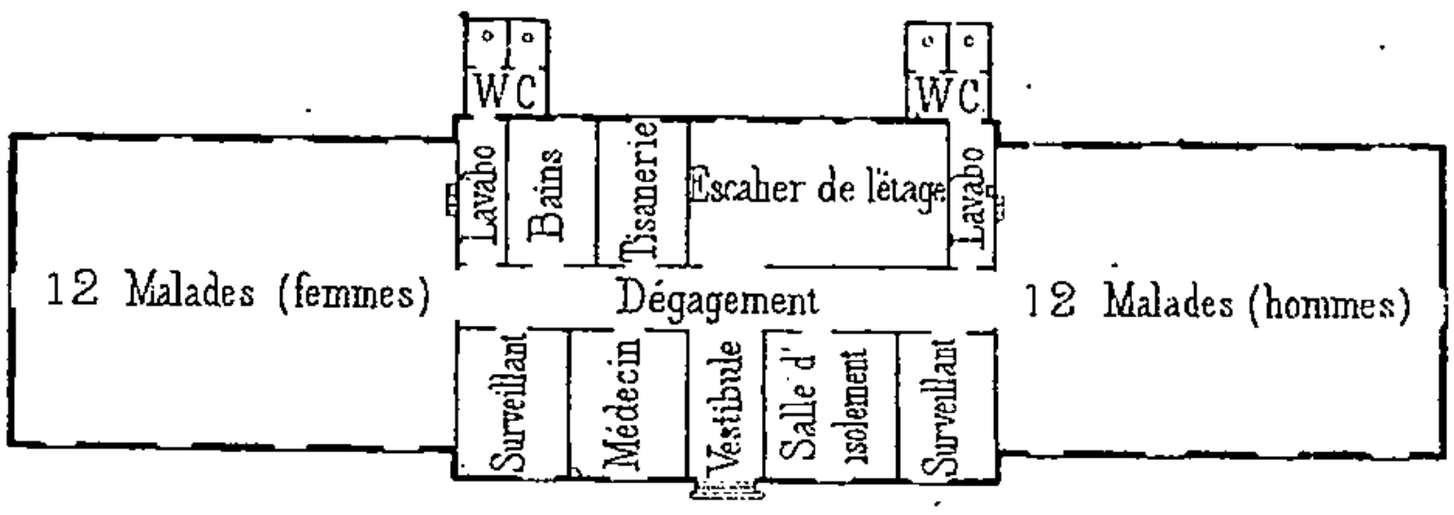
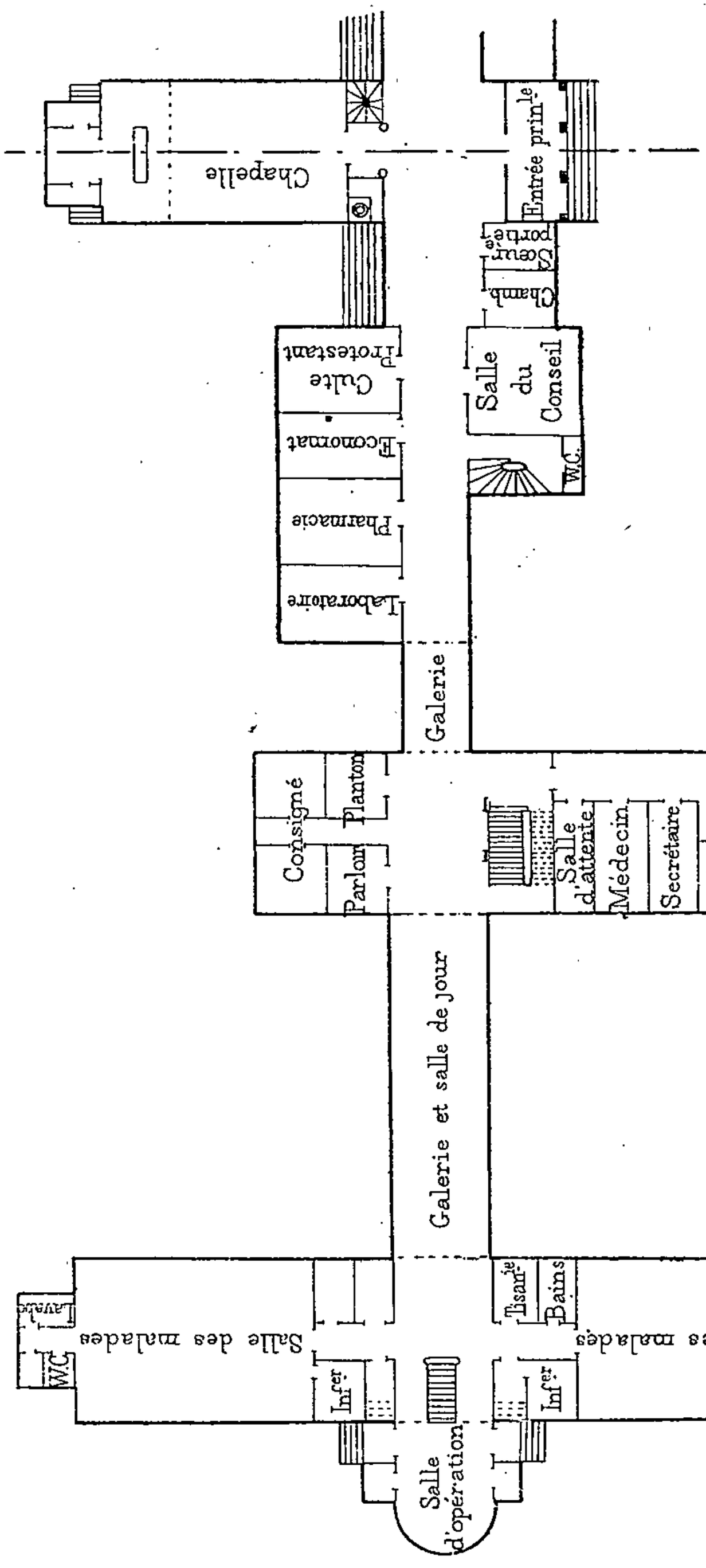


Fig. 23. — Pavillon de l'hôpital de Montbéliard. Plan du rez-de-chaussée.

Les murs sont épais (0,55 m en moyenne) comme précaution contre les variations de la température extérieure.

Le sous-sol est élevé (2,50 m) et sert de magasins, vestiaire, bains, etc. Il n'y a pas de salle de jour dans ce pavillon, mais il en existe dans un autre.

Hôpital mixte de Bergerac (fig. 24). — L'une des particu-



Fig, 24. — Hôpital mixte de Bergerac. Plan d'ensemble du rez-de-chaussée du quartier militaire (1/600).

larités les plus intéressantes de cet hôpital consiste dans l'utilisation de la galerie de communication comme salle de jour et réfectoire pour les malades. Mais cette disposition, admissible dans un petit établissement, ne le serait pas dans un plus important.

Hôpital Saint-Joseph (fig. 25). — Cet hôpital, situé à

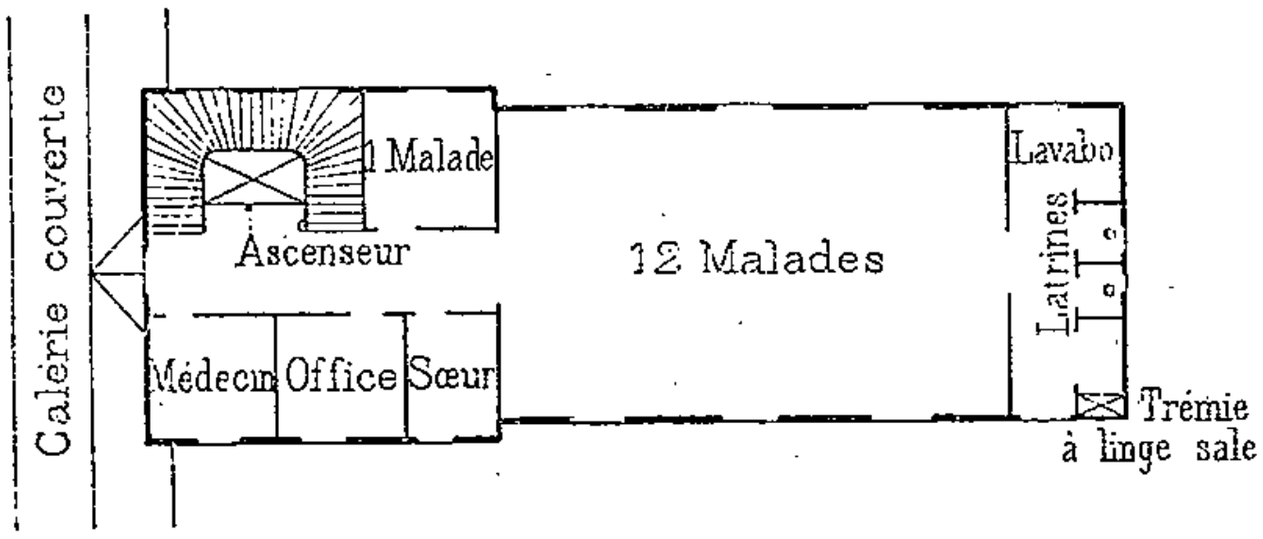


Fig. 25. — Pavillon de l'hôpital Saint-Joseph.

Paris-Plaisance, près de la gare d'Ouest-ceinture, est dû à l'initiative privée, et sa construction se poursuit encore actuellement, au fur et à mesure des ressources. Il présente l'exemple, assez rare, d'un égal souci de l'économie et des exigences les plus récentes de l'hygiène.

La partie du pavillon occupée par les accessoires possède un deuxième étage, aménagé en chambres de malades payants. Les sous-sols sont très élevés et très clairs. Le plan du pavillon ne donne lieu à aucune remarque particulière, sinon en ce qui concerne sa simplicité et la réduction des accessoires au minimum. Toutefois, on y regrette l'absence d'une salle de jour. La baignoire destinée à servir accidentellement aux malades qui ne peuvent se rendre aux salles de bain du sous-sol est placée dans le cabinet du médecin. La galerie de communication est ouverte sur les côtés. C'est un simple abri pour la pluie, mais assez large et assez bas pour remplir cet office même par les vents violents.

Infirmerie-hôpital (fig. 26 et 27). — Nous donnons, pour terminer cette série d'exemples de pavillons, les croquis

d'un type d'infirmerie-hôpital qui a été appliqué dans plusieurs localités (en particulier à Baccarat).

Type d'infirmerie-hôpital (1/500).

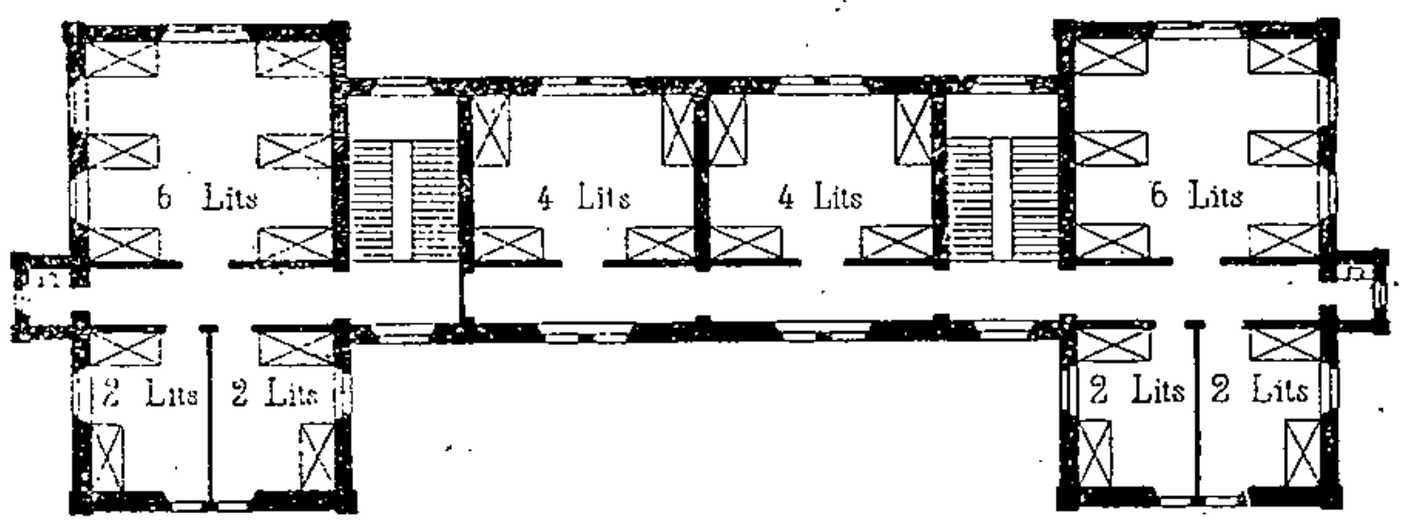


Fig. 26. — Plan de l'étage.

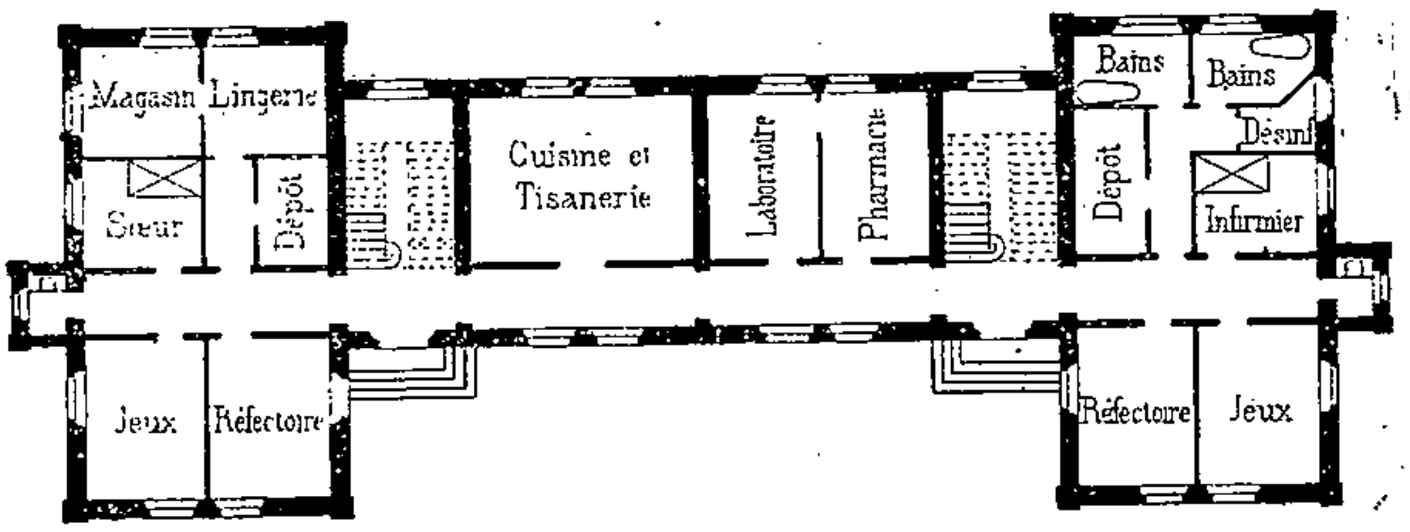


Fig. 27. — Plan du rez-de-chaussée.

V

DÉTAILS D'AMÉNAGEMENT

Escaliers. — La largeur des escaliers, mesurée entre la rampe et la contre-rampe, doit permettre le passage des brancards de 2,30 m sur 0,65 m ordinairement employés par le service de santé. En faisant l'épure, dans le cas d'un limon sans quartier tournant, et d'un palier de même largeur que l'escalier, sans embrasures de portes ou de fenêtres faisant gagner de l'espace, on trouve que cette largeur doit être *d'au moins* 1,30 m.

Les ascenseurs sont peu à recommander. Ils doivent avoir de grandes dimensions pour le transport des brancards, sont très coûteux d'installation et de fonctionnement, et, comme toute machine qui n'est pas d'un emploi journalier, ils se trouvent hors d'état de servir lorsqu'on

veut y recourir. Aussi dans divers hôpitaux qui en possèdent, tous les transports se font par l'escalier.

Galeries de communication. — Ces galeries se font, selon les circonstances, fermées, ouvertes d'un côté, ou complètement ouvertes. On ne peut guère recommander *à priori* l'une ou l'autre de ces dispositions à l'exclusion des autres.

Mais il est bon de mettre en garde contre le projet qu'on pourrait former de chauffer les galeries, supposées du type entièrement fermé.

On devrait s'attendre à une dépense considérable, car la galerie demande plus de chauffage que n'en exigerait une salle de malades de section transversale ordinaire et aussi longue qu'elle-même. Dans la salle de malades, en effet, protégée par la salle supérieure ou inférieure, et par le sous-sol ou le comble, les déperditions par le haut et le bas sont faibles ; la surface refroidissante principale se réduit aux deux murs latéraux, c'est-à-dire à 8 mètres carrés par mètre courant. Dans la galerie, la surface refroidissante comprend tout le pourtour, sol, plafonds et parois, c'est-à-dire une surface au moins égale à la précédente ; et, en raison de la légèreté de la construction, la déperdition par mètre carré y est beaucoup plus active. On se rend donc compte que le chauffage des galeries peut avoir pour effet d'augmenter du simple au double la dépense de combustible d'un hôpital.

Si l'on considère, d'autre part, que des courants d'air s'établissent facilement dans ces longs couloirs, et qu'il est plus avantageux de doter les malades de salles de jour spéciales que d'organiser les galeries pour cet usage, il est facile de s'expliquer pourquoi on se contente, dans bien des hôpitaux, de galeries simplement couvertes, ou fermées du seul côté des vents régnants.

Si cependant on estime qu'il vaut encore mieux, en hiver, que le personnel de service trouve dans les galeries

une température moyenne plutôt que d'y subir le froid ambiant dans toute sa rigueur, et qu'on prenne en conséquence le parti de les fermer entièrement, il conviendra

Exemple de réfectoire-salle de jour à une extrémité d'un pavillon de malades.

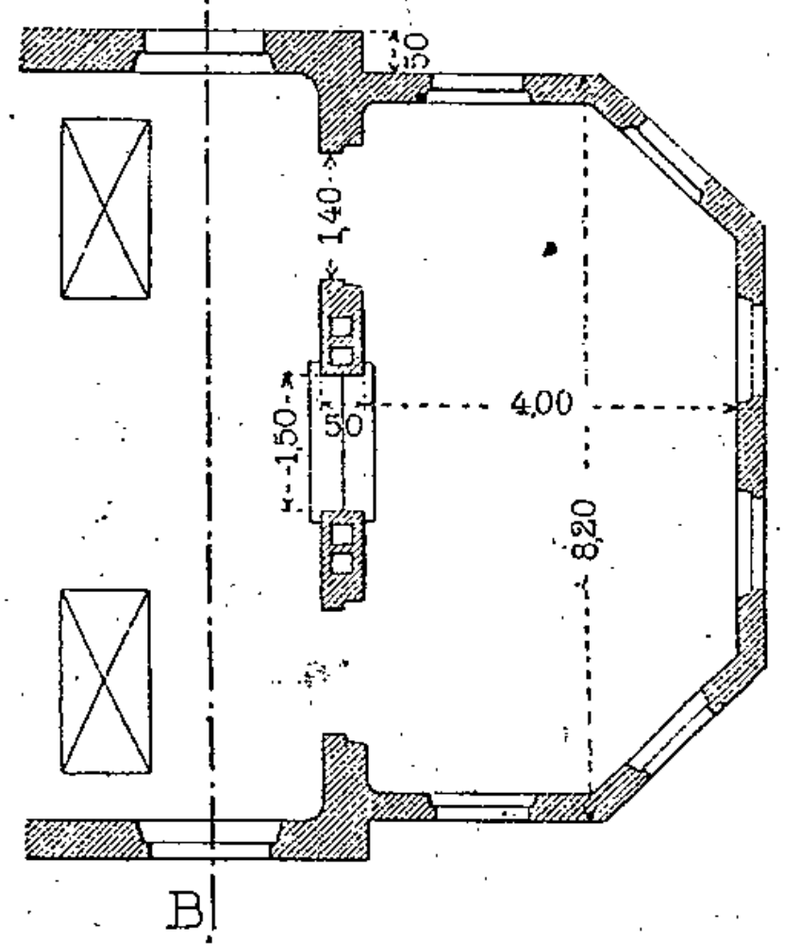


Fig. 28. — Plan (1/200).

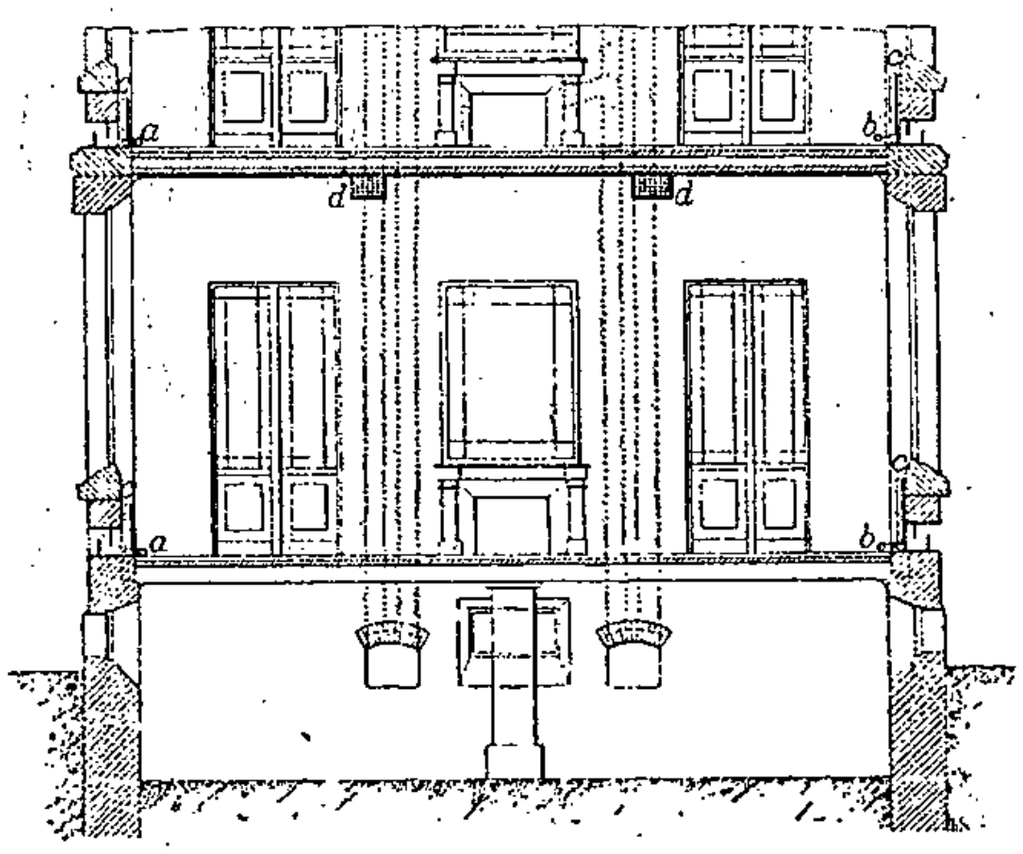


Fig. 29. — Coupe transversale AB montrant la cloison entre la salle des malades et le réfectoire (1/200).

Légende. — *a, a, b, b,* conduites de vapeur ; *c, c,* radiateurs ; *d, d,* orifices d'évacuation d'air vicié.

de s'opposer aux courants d'air au moyen de tambours et de cloisonnements avec portes battantes.

Réfectoires-salles de jour. — Il y a grande importance à assurer aux malades qui peuvent marcher un lieu de

séjour autre que leur salle-dortoir. Ce local doit être en bonne vue sur l'extérieur ou sur les jardins de l'hôpital, suffisamment vaste, facile d'accès ; en même temps, il ne doit pas échapper complètement à la surveillance.

Nous avons vu dans les croquis de pavillons cités plus haut divers types de ces salles de jour. On pourrait citer parmi les plus heureusement comprises celles de l'hôpital Boucicaut, véritables jardins d'hiver, séparés des salles par un refend largement vitré, si leur largeur n'était trop restreinte, 2,50 m environ. A cause de cet inconvénient, elles ne peuvent servir de réfectoires et elles sont peu recherchées par les malades. La disposition ci-dessus (fig. 28 et 29), étudiée en vue d'éviter cet inconvénient sans exagérer la superficie, semble susceptible d'être indiquée comme une des solutions acceptables du problème de l'installation des salles de jour, tant au point de vue de leur utilisation qu'à celui de l'aspect extérieur des bâtiments.

Trémies à linge sale. — On trouve généralement commode d'éviter le transport du linge sale dans les couloirs et les escaliers, en disposant à proximité des salles des « trémies » par lesquelles on le fait tomber dans un local du sous-sol.

Mais ces trémies sont souvent construites en bois, qui s'imprègne de toutes les souillures ; souvent aussi elles sont trop spacieuses, au point de constituer même un danger de chute.

L'emploi d'un simple tuyau de grès, de 0,35 m de diamètre, employé dans certains hôpitaux de Paris, est à recommander.

On pourrait sans doute utilement compléter l'installation des trémies en disposant au-dessous d'elles, dans le sous-sol, une cuve cimentée, qui pourrait dans certains cas recevoir une solution antiseptique, procurant une première désinfection avant toute manipulation du linge. La

chute ne se ferait pas dans la cuve même, mais sur une surface inclinée qui la borderait, de manière à éviter les projections de liquide. Cette surface serait revêtue en carreaux vernissés.

VI

CONCLUSIONS

Nous venons d'essayer d'exposer les principes les plus généralement admis, à l'heure actuelle, sur les principaux points de l'organisation des pavillons de malades.

Comme nous l'avons dit en commençant, la période de transition et de tâtonnements n'est pas encore finie. Ces principes ne sont pas encore unanimement reconnus, non plus que celui même de l'organisation des hôpitaux par pavillons isolés, dont ils découlent.

Tout récemment (8 avril 1899), l'*Engineering Record* publiait la description d'un hôpital en construction à Buffalo et dans lequel on peut retrouver la plupart des dispositions que nous avons critiquées ci-dessus : bloc de bâtiments à trois étages sur rez-de-chaussée, ce dernier contenant tous les accessoires et même des écuries ; ventilation mécanique par longues gaines sinueuses, avec évacuation de l'air par le bas des pièces ; chauffage mixte à l'air et à la vapeur détendue.

Nous ignorons les motifs particuliers qui ont conduit à entasser 500 malades sur un espace de moins d'un hectare[1], entassement qui a amené comme conséquences logiques et nécessaires toutes ces dispositions. Nous reconnaissons même que les inconvénients en sont peut-être moindres qu'ailleurs, dans le pays classique des ascenseurs et de la mécanique sous toutes ses formes. Il est difficile cependant de ne pas considérer cette installation comme marquant un

---

1. Les bases généralement admises en Europe exigeraient, pour un hôpital de 500 lits une superficie de 7 à 8 hectares.

retour en arrière plutôt qu'un progrès. Quand on prend l'air au fond de cours de 11 m de largeur, on a beau le tamiser et le laver, pour l'envoyer dans les salles à raison de quatre renouvellements à l'heure ; ce n'est pas de l'air pur qu'on apporte aux malades, et il semble qu'on agisse, dans une certaine mesure, comme si on leur distribuait à profusion de l'eau d'égout filtrée.

Il est possible que l'avenir apporte encore des modifications plus ou moins importantes aux idées qui ont cours aujourd'hui sur les détails d'aménagement des pavillons isolés. Il n'en est pas moins certain qu'elles sont le résultat d'une expérience déjà prolongée, poursuivie par les médecins et les architectes spéciaux qui sont à même de contrôler constamment le résultat des dispositions prises. En les appliquant, en est sûr d'obtenir déjà des résultats satisfaisants.

Il n'est pas prudent de s'en écarter, à moins de recourir soi-même à l'expérience, car ces questions sont trop délicates et trop complexes pour être traitées *à priori* par le calcul ou par l'inspiration. Et cette expérience préalable, si on y recourait, devrait être faite en petit, car l'intérêt en jeu, celui des malades, est trop sacré pour qu'on le risque en tentatives hasardées.

E. Hoc,
Capitaine du génie.

NOTE

AU SUJET DU

LOGEMENT DES TROUPES DE GARNISON

(OBLIGATIONS RESPECTIVES DE L'ÉTAT ET DES COMMUNES)

AVANT-PROPOS

Le logement des gens de guerre, sous l'ancien régime, était une charge pour les communautés d'habitants, qu'il s'agît de garnisons permanentes ou de troupes de passage.

Les habitants avaient à fournir le gîte avec son mobilier, le lit pour deux, trois ou quatre soldats à la fois, l'éclairage, le feu pour la cuisine, le chauffage pendant l'hiver.

On conçoit ce qu'une pareille servitude avait d'intolérable et quelles étaient les conséquences de la présence d'un ou de plusieurs soldats dans la même maison ; c'était une cause de rixes, de désordres et de plaintes.

D'autre part, rien n'était plus contraire à la discipline que cet éparpillement de la troupe ; les rassemblements étaient difficiles, et le soldat, après avoir monté ses gardes ou assisté aux manœuvres, libre de son temps, travaillait pour améliorer sa solde, mendiait ou se livrait à de pires excès.

Ce n'était pas non plus la partie la plus aisée de la population qui supportait la charge du logement ; aussi, au point de vue de l'hygiène, hommes et chevaux se

trouvaient installés dans les plus mauvaises conditions. Vauban pouvait écrire en 1675 :

Dans la plus part des places, les hommes sont logés comme des pores, à demi-nus, à demi-mourant de faim.

Les intendants des provinces, qui avaient la haute main sur le logement et la police des troupes, cherchaient à concilier dans la réalité les devoirs du Gouvernement envers les soldats avec la protection due aux habitants contre les abus des officiers et de leurs hommes. Ils n'y parvenaient pas facilement. Leur garantie n'était pas suffisante, et, depuis qu'une organisation plus stable de l'armée avait créé des corps de troupe constitués et des garnisons permanentes, il avait fallu songer à remédier à une situation qui, pour certaines villes, était devenue tout à fait insupportable. Les autorités locales avaient fait construire ou louaient des bâtiments qu'elles réservaient au logement des soldats et les meublaient. D'anciens châteaux, des couvents abandonnés, des groupes de maisons furent affectés à cette destination, sous la réserve de l'agrément des intendants. D'autre part, tout en maintenant le principe que le logement des soldats était une charge pour les habitants, le Gouvernement, plus préoccupé de la discipline et souvent contraint par l'insuffisance des ressources des localités, avait été conduit à construire des casernes dans les places fortes et les villes frontières. Déjà, d'ailleurs, dans les postes fortifiés, éloignés de tout centre de population, il avait bien fallu pourvoir au logement du soldat aux frais de l'État. En 1679, Vauban avait rédigé un type de caserne qui fut adopté par Louis XIV. Dans les villes des Pays-Bas, conquises sur les Espagnols, il y avait des casernes qu'on s'était empressé de mettre en état de recevoir des troupes. Les ingénieurs militaires avaient alors la direction et la conduite de tous les travaux d'intérêt civil aussi bien que militaire qui s'exécutaient dans l'intérieur ou à l'extérieur des places fortes ; ils furent en conséquence chargés de la construction des

casernes. C'est de cette façon qu'ils en vinrent à s'occuper du logement des troupes ; mais l'ameublement des bâtiments, les prescriptions relatives à leur occupation par la troupe, restaient dans les attributions des intendants et de l'autorité militaire.

L'obligation des habitants au logement de la troupe s'appliquait à la fois aux officiers et aux soldats ; les nouvelles casernes comportèrent donc des logements d'officiers. Comme il n'y avait aucune règle établie au sujet de leur occupation, les officiers s'installaient très largement, leurs familles les suivaient et se maintenaient souvent dans les bâtiments militaires après leur départ ou leur décès ; des fournisseurs, des ouvriers en faisaient autant ; les abus se présentaient sous toutes les formes. Aucune autorité n'était assez forte pour triompher des résistances opposées à l'évacuation des logements par leurs occupants, et les soldats, relégués dans les parties les moins habitables des casernes, trop entassés dans leurs chambres, souffraient d'un pareil état de choses. La population, sur laquelle retombait l'insuffisance des logements dans les casernes, se plaignait de son côté.

Pendant toute la durée du siècle dernier, les efforts du Gouvernement et des autorités locales s'unirent pour améliorer une situation aussi défectueuse. Elle devait se transformer avec la Révolution, et la première loi qui mit de l'ordre dans cette importante question des logements militaires fut celle du 10 juillet 1791.

Il convient de lire, sur ce sujet, dans l'ouvrage si curieux et si intéressant de Babeau : *La Vie militaire sous l'ancien régime*, les chapitres du tome II : « La garnison », « Les hôpitaux et les aumôniers », « La solde et la gamelle ». On consultera de même avec fruit les études sur le casernement de la cavalerie et de l'infanterie en France, dues au capitaine du génie Grillon et publiées dans les n^os^ 22 et 23 du *Mémorial de l'officier du génie* ; ces études ont trait non seulement aux origines du casernement en

France, mais s'occupent spécialement du genre des constructions qui ont été élevées dans ce but, aux différentes époques, jusqu'en 1875.

Laissant le côté technique, auquel ces dernières études correspondent tout à fait, nous n'examinerons le logement des troupes de garnison qu'*au point de vue des obligations qui en résultent pour l'État et les habitants*.

A. De 1791 à la fin du premier Empire.

I. La loi du 10 juillet 1791, dans son titre IV intitulé : *Des bâtiments et établissements militaires meublés, effets, fournitures et ustensiles qui en dépendent, tant dans les places de guerre et postes militaires que dans les garnisons de l'intérieur*, eut pour objet de régler la question du casernement des troupes.

Art. 1er. Tous les établissements et logements militaires, ainsi que leurs ameublements et ustensiles, actuellement existant dans lesdits logements et établissements, ou en magasin, soit que ces divers objets appartiennent à l'État, ou aux ci-devant provinces ou villes; tous les terrains et emplacements militaires, tels que esplanades, manèges, polygones, etc., dont l'État est légitime propriétaire, seront considérés désormais comme propriétés nationales et confiés en cette qualité au ministre de la guerre pour en assurer la conservation et l'entretien.

Cet article, dont la rédaction a donné lieu à beaucoup d'interprétations diverses, semble devoir être compris comme il suit :

Sont propriétés nationales tous les établissements et logements militaires, quelle que soit leur origine, existant au moment de la promulgation de la loi; même mesure pour les meubles ; les emplacements et terrains dont l'État est légitime propriétaire sont aussi rangés parmi les propriétés nationales. En échange de cette confiscation des bâtiments et des meubles appartenant aux provinces et aux villes,

... Les dépenses d'entretien, de réparations, constructions ou augmentations de bâtiments, renouvellement d'effets et fournitures concernant le service de l'armée, qui jusqu'à ce moment avaient été supportés par les ci-devant provinces et par les villes, cesseront d'être à leur charge du jour de la remise qui en sera faite ; lesdites dépenses devant, à compter de ce même jour, être supportées par la partie du Trésor public affectée au département de la guerre[1].

A cette époque, le nombre des immeubles provenant des confiscations faites par l'État étant considérable, le ministre de la guerre avait la faculté de désigner, dans les places et garnisons où les bâtiments militaires faisaient défaut, ceux des bâtiments nationaux qui pouvaient y suppléer et les faire affecter à son département par l'Assemblée nationale[2].

Si ces ressources étaient insuffisantes, le ministre de la guerre devait louer, « en tant que faire se pourra », des maisons vides et convenables pour le logement de la troupe et des écuries pour les chevaux[3], ou faire l'acquisition des terrains nécessaires pour les établissements militaires[4].

Comme conséquence de ces dispositions, ...

Dans aucune place de guerre, poste militaire ou ville de l'intérieur, les municipalités ne pourront être tenues de fournir ni logement, ni emplacement, ni magasins pour l'usage des troupes qu'autant que ceux actuellement existants ne seraient pas suffisants[5].

Les bâtiments et établissements militaires ne pouvaient, d'autre part, être affectés qu'au service de l'armée[6].

Comme garantie, il devait être remis aux municipalités

---

1. Art. 4, loi du 10 juillet 1791, titre IV.
2. Art. 6, même loi.
3. Art. 8, titre V, même loi.
4. Art. 7, titre IV, même loi.
5. Art. 2, titre V, même loi.
6. Art. 1er, titre V, même loi.

de tous lieux un état détaillé des logements contenus dans les bâtiments militaires,

... afin que lesdites municipalités puissent toujours connaître si les logements qui leur seront demandés sont proportionnés aux besoins réels du service [1].

Sous cette réserve, pleine de contestations possibles, le ministre de la guerre devenant responsable du bon emploi et de la conservation des établissements et bâtiments militaires et des effets qu'ils renferment ou qui en sont dépendants, les corps administratifs ne pourront, dans aucun cas, en disposer ni s'immiscer dans leur manutention [2]...

L'obligation des habitants au logement des troupes se trouvait donc limitée aux

... cas de marches extraordinaires, de mouvements imprévus, et dans tous ceux où il ne pourra être fourni aux troupes des logements isolés... comme bâtiments militaires ou locaux pris à loyer par l'État [3].

Mais la loi de 1791 avait encore un autre objet: elle décidait que tous les immeubles jusqu'alors conservés pour le service de l'armée, ainsi que les ameublements, effets et fournitures qu'ils contenaient, que le ministre de la guerre ne jugerait pas nécessaires pour ce service,

... seront, dans ce cas, remis aux corps administratifs, pour faire partie des biens aliénables, s'ils appartenaient ci-devant à l'État; et, dans le cas où elles auraient appartenu aux ci-devant provinces ou aux villes, elles continueront d'en être propriétaires [4].

Il y avait donc à entreprendre un immense travail de classement des établissements militaires nécessaires et de tous ceux qui étaient considérés comme inutiles au service de l'armée.

Par une lettre adressée, le 25 juillet 1791, au premier

---

1. Art. 3, titre V, même loi; art. 8 du règlement annexé à la loi du 23 mai 1792.
2. Art. 5, titre IV, même loi.
3. Art. 2, 4, 8, 9, titre V, loi du 10 juillet 1791.
4. Art. 2, titre IV, même loi.

inspecteur général du génie, le ministre de la guerre écrivait :

Je prévois néanmoins que, pour asseoir un ordre de choses nouveau, vous aurez souvent à vous concerter avec les corps administratifs, et c'est sur quoi il conviendra de porter un grand esprit de conciliation, afin de parvenir insensiblement à fixer les limites des pouvoirs qui doivent concourir à l'accomplissement de la loi sur les fortifications, les bâtiments et les terrains militaires qui en dépendent.

Dans toutes les dispositions qui précèdent, des intérêts différents se trouvaient en présence; les principes étaient posés, mais les difficultés naissaient avec leur application. Il y avait l'intérêt de l'État, qui voulait que la charge du logement des troupes fût le moins onéreuse possible pour son budget et cherchait en même temps à se créer des ressources financières avec la vente des immeubles confisqués et inutiles; il y avait l'intérêt des villes et bourgs, qui désiraient avoir peu de soldats à loger et, en même temps, reprendre la jouissance d'anciens immeubles construits à leurs frais; il y avait encore l'intérêt de nombreux officiers, fonctionnaires, employés de l'armée, qui, installés dans des bâtiments militaires, ne voulaient point les abandonner.

D'autre part, l'armée se trouvait elle-même en transformation complète, et le Gouvernement, jusqu'alors toujours certain de pouvoir loger ses troupes chez les habitants, n'avait jamais songé à instituer des garnisons à effectifs déterminés et réparties d'une manière régulière sur toute l'étendue du royaume. On n'avait jamais étudié ni arrêté les bases d'une assiette de logement, ni pour les régiments, ni pour les employés militaires, ni pour les officiers. Dans ces conditions, comment fixer le point où commençaient les obligations des municipalités et où se transformaient celles de l'État? Il fallait tout régulariser par une étude approfondie des détails, et l'Assemblée nationale s'était bornée à émettre des principes généraux,

laissant les mesures d'exécution à des ministres sans cesse renouvelés et à des fonctionnaires qui voyaient chaque jour se modifier leurs attributions et leur nom même.

En particulier, les prescriptions de l'article 3 du titre IV de la loi du 10 juillet 1791 devaient être très difficiles à appliquer; comment, en effet, dresser

..... des procès-verbaux de tous les terrains, bâtiments et établissements conservés pour le service de l'armée, ainsi que des ameublements, effets et fournitures qu'ils contiennent, soit qu'ils appartiennent actuellement à l'État, soit qu'ils appartiennent aux ci-devant provinces ou villes,

alors que tant d'intérêts divers et contradictoires devaient tacitement s'opposer à ce que la situation fût définie d'une manière parfaite ?

II. La répartition des troupes sur le territoire fut toujours incertaine et cela malgré les efforts dont font mention les lettres du ministre de la guerre des 29 février 1792 et 21 prairial an VII. C'était inévitable, en raison des événements militaires de l'époque. Mais, en ce qui concerne les règles de détail de l'*installation des troupes dans les bâtiments militaires*, on arriva assez rapidement à les définir, au moins sommairement. Par une loi du 12 octobre 1791, qui, comme conséquence de l'article 4 du titre IV de celle du 10 juillet 1791, créa une masse destinée à satisfaire aux dépenses d'entretien, réparations, constructions de logements militaires et aux dépenses de loyers des maisons nécessaires au service de l'armée, le ministre de la guerre fut chargé :

..... de proposer des règlements sur le logement en nature dont devront jouir les individus de chaque grade, lorsqu'ils seront établis dans les bâtiments militaires ou chez l'habitant, et les sommes qui seront également attribuées à chaque grade pour tenir lieu du logement quand il ne pourra être fourni en nature dans les établissements militaires [1].

---

1. Art. 5.

Le règlement dressé en exécution de cette prescription fut approuvé par la loi du 23 mai 1792 à laquelle il est annexé. Dans ses articles 27 à 36, il s'occupe du logement et du couchage des troupes dans les casernes. Dans ses articles 37 à 46, il traite du logement et de l'ameublement des officiers dans les bâtiments militaires. Certains détails se trouvèrent, en outre, définis par le *Règlement concernant le service intérieur des troupes d'infanterie du 1er janvier 1792*. Il y eut ensuite le *Règlement du 30 thermidor an II* (17 août 1794) *sur le maintien de l'ordre et de la propreté dans les bâtiments militaires à l'usage de la troupe*. Si le logement était encore loin d'être établi d'une manière précise dans les détails, certaines dispositions que l'usage avait consacrées se maintenaient, suppléant ainsi à l'insuffisance du règlement. Pour trouver des données plus complètes, pouvant servir non seulement à fixer l'occupation des bâtiments, mais encore de bases pour la rédaction des projets de constructions nouvelles, il faut consulter le règlement du 29 floréal an VII (18 mai 1799); ce règlement s'occupe : du logement de la troupe, des officiers et des employés dans les bâtiments militaires, des accessoires du casernement, des établissements des services administratifs, des hôpitaux; il renferme des renseignements, encore utiles aujourd'hui, au sujet de la contenance des magasins destinés aux approvisionnements réunis dans les places fortes des frontières.

Mais deux obligations restaient imposées aux habitants en ce qui concerne l'ameublement des bâtiments militaires :

> Lorsqu'il ne se trouvera pas dans les villes de garnison une suffisante quantité de lits pour le casernement des sous-officiers et soldats, dans les bâtiments militaires ou maisons vides qui seront louées pour y suppléer, les lits qui y deviendront nécessaires seront fournis par les habitants, à qui il sera payé une indemnité pour chaqne lit et l'ustensile qui en dépend [1].

---

1. Article 4 du règlement annexé à la loi du 23 mai 1792.

Cette indemnité était fixée à l'article 53 dudit règlement.

La même disposition existait pour les ustensiles de cuisine, qui pouvaient être requis chez l'habitant dans tous les cas où la troupe se trouvait dans l'impossibilité de s'en procurer, soit par achat, soit par loyer. (*Titre VI du Règlement du 30 thermidor an II, extrait du registre des arrêtés du Comité de Salut public.*)

III. En ce qui concerne l'*installation de la troupe chez l'habitant*, le règlement annexé à la loi du 23 mai 1792 vint préciser les dispositions de la loi du 10 juillet 1791 :

A défaut et en cas d'insuffisance des bâtiments militaires ou des maisons qui y suppléeront

et dont la location était une charge pour l'État,

..... les sous-officiers, soldats et autres seront logés chez l'habitant. Leur logement sera également établi chez l'habitant, lorsqu'ils seront en détachement ou cantonnement dans les villes, bourgs ou villages; mais, dans tous les cas, l'habitant recevra une indemnité pour chacun des sous-officiers, soldats et autres qu'il aura logés [1].

Cette disposition fait ressortir que le logement n'était pas dû aux officiers, sous la réserve cependant des trois premières nuits suivant l'arrivée de la troupe, mais moyennant indemnité pour l'habitant [2]. La loi de 1791 avait, en effet, décidé que tout officier qui ne pourrait recevoir un logement en nature dans les bâtiments militaires, recevrait une indemnité en argent [3], et la valeur de cette indemnité avait été fixée par l'article 47 du règlement; ils devaient donc se loger à leurs frais et

..... les municipalités veilleront à ce que les habitants n'abusent point, dans les prix des loyers, du besoin de logement où se trouveront les officiers [4].

---

1. Art. 3 du règlement.
2. Art. 26 du règlement.
3. Art. 11, 12, 13 du titre V.
4. Art. 26 du règlement.

Ce qui est nouveau et doit retenir l'attention, c'est le droit à indemnité des habitants pour les logements fournis.

Ce droit existait encore pour les magasins et pour les écuries des chevaux des officiers et de leur troupe [1].

A défaut et en cas d'insuffisance des bâtiments militaires, l'État avait donc le choix entre deux procédés : louer directement des maisons, des écuries et des magasins, ou requérir des habitants le logement des hommes et des chevaux ainsi que les magasins nécessaires, en payant des indemnités. Ces indemnités ont été fixées par les articles 6 et 53 du règlement.

Pour mettre les municipalités à portée de connaître si les logements, magasins, lits et ustensiles qui pourront leur être demandés, dans les villes de garnison, sont proportionnés aux besoins réels du service, il sera remis, par les commissaires des guerres, aux officiers municipaux un état détaillé des logements et magasins que les bâtiments renferment et des lits qui y seront destinés [2].

Les détails de l'installation des troupes et des officiers chez les habitants font l'objet des articles 10 à 26 du règlement.

Les dispositions ci-dessus ne concernent point les officiers et soldats de troupes de passage, non plus que les charretiers des équipages et autres employés, qui marcheront sur les revues des routes ; en conséquence, les habitants continueront à leur fournir, sans indemnité, le logement et les écuries dont ils auront besoin [3].

IV. Le logement des officiers de troupes, des officiers sans troupe, des employés militaires, donna lieu à de nombreuses difficultés. Par suite de dispositions anciennes, beaucoup d'entre eux jouissaient de maisons distinctes des casernes ou des établissements de l'armée appartenant soit à l'État, soit aux provinces ou aux villes. La création

1. Art. 5 et 6 du règlement.
2. Art. 8 du règlement.
3. Art. 7 du règlement.

d'une indemnité personnelle de logement avait paru devoir tout simplifier[1].

Nul officier en garnison ne recevra un logement en argent qu'autant qu'il ne pourrait lui être fourni un logement en nature dans les bâtiments militaires[2].

Cette indemnité était prélevée sur la masse de casernement établie par la loi du 12 octobre 1791 en vue de satisfaire . . . . . .

..... aux dépenses d'entretien, réparations, constructions de logements militaires et de loyer de maisons,

qui étaient devenues une charge pour le ministère de la guerre.

Lorsque les logements occupés par les officiers dans les bâtiments militaires n'étaient pas meublés par l'État, ceux-ci recevaient une indemnité spéciale[3].

La loi du 23 mai 1792 et le règlement annexé avaient fixé les détails de l'installation des logements d'officiers dans les bâtiments militaires; comme conséquence, en vue de faire disparaître des inégalités, il fut décidé que les officiers du génie et de l'artillerie, ainsi que les autres officiers détachés, ne pouvaient conserver les logements qu'ils occupaient dans des maisons particulières placées dans l'intérieur des villes et non comprises dans l'enceinte des établissements militaires. Ces maisons devaient être

... vendues comme tous autres biens nationaux ou rendues aux villes, si elles leur appartiennent, à moins que... on ne leur trouve un autre emploi. ... Aucun nouveau logement ne pourra être établi à l'avenir pour les mêmes officiers, à moins que ce ne soit dans les bâtiments servant actuellement et habituellement de casernes ou de pavillons[4].

Les officiers et employés militaires se trouvaient donc dans l'obligation de quitter les maisons qu'ils occupaient

---

1. Art. 11, titre V, loi du 10 juillet 1791.
2. Art. 12, titre V, loi du 10 juillet 1791.
3. Art. 48 du règlement annexé à la loi du 23 mai 1792.
4. Art. 4, loi du 23 mai 1792.

en dehors des établissements militaires et des casernes, en échange de l'indemnité de logement ou d'une installation dans les bâtiments militaires dans les conditions exiguës du règlement annexé à la loi du 23 mai 1792. Les commissaires des guerres responsables de l'occupation régulière des bâtiments militaires par les officiers [1] ne devaient jamais recevoir leur logement en nature [2].

L'exécution de la loi rencontra d'unanimes résistances. Déjà le ministre de la guerre, dans une lettre du 27 juillet 1791 au premier inspecteur du génie, avait laissé entendre qu'il convenait de se concerter avec les corps administratifs sur les moyens d'accorder. . . . . .

l'observation de la loi avec la justice des réclamations qui pourraient être faites, notamment par d'anciens officiers qui seraient dans le cas de quitter les établissements qu'ils occupent.

Il y eut donc des tempéraments dans l'exécution de la mesure, car, en 1797, le ministre des finances, qui était intéressé à la vente des domaines nationaux, signalait au ministre de la guerre . . . . . .

qu'un nombre très considérable de maisons nationales sont encore occupées par des ci-devant commissaires, régisseurs et gardiens qui ne sont plus en fonctions et que, pour faire cesser un semblable abus, il conviendrait d'arrêter une mesure générale qui consisterait à les obliger tous à quitter leurs logements [3].

Toutefois, sans tenir compte des intérêts privés affectés par les nouvelles dispositions législatives, mais en vue de l'avenir, l'administration militaire ne se prêtait pas à abandonner des immeubles qui pouvaient lui être utiles plus tard; elle en trouvait des raisons dans leur occupation prolongée par un personnel dont les attributions étaient souvent encore à définir, et elle en était excusée

---

1. Art. 9, loi du 23 mai 1792.
2. Art. 8, même loi.
3. Circulaire du chef de la 3e division de la guerre aux directeurs des fortifications du 16 pluviôse an VI (4 février 1798).

par plusieurs lois sur les bâtiments nationaux qui avaient distrait de son domaine, pour recevoir une autre destination, un certain nombre d'édifices qui y étaient entrés [1]. D'ailleurs, à ce sujet, le désordre était fort grand, puisque le département de la guerre retenait des immeubles vendus sans son intervention à des particuliers qui ne cessaient d'en réclamer la possession [2]. Le même trouble existant pour tous les services publics, le Corps législatif se donna la mission d'arrêter définitivement le tableau de tous les immeubles qui devaient leur être affectés et même de prononcer définitivement sur les ventes déjà consenties et à l'exécution desquelles le département de la guerre s'opposait [3]. Ainsi, d'une part, le ministre de la guerre, tout en renouvelant auprès des services militaires locaux ses demandes des états définitifs des immeubles nécessaires au service de l'armée qui ne lui parvenaient que difficilement ou incomplets [4], ne se pressait pas de délaisser les immeubles inutiles relevant encore de son administration, et, d'autre part, le ministre des finances, que talonnait les besoins d'argent, ne cessait de réclamer l'exécution de la loi de 1791 [5].

---

1. Le ministre de la guerre aux directeurs des fortifications. Circulaire du 28 pluviôse an VI (16 février 1798).

2. Circulaire du 28 pluviôse an VI (16 février 1798). Loi du 11 fructidor an IV.

3. Règlement du 22 germinal an IV (13 avril 1796). Loi du 4 ventôse an IV.

4. Circulaire du 24 brumaire an VII.

5. Loi du 26 vendémiaire an VII.
Les raisons invoquées pour motiver la vente des immeubles étaient toujours les mêmes : « Considérant qu'un des moyens les plus efficaces pour augmenter les ressources du Trésor public et diminuer les dépenses de l'État est de vendre promptement ceux des domaines nationaux qui, ne donnant aucun revenu et ne rendant aucun service indispensable, coûtent néanmoins beaucoup à la République en frais de surveillance, de garde et d'entretien. » (Loi du 21 fructidor an V, qui ordonne la vente du château Trompette, à Bordeaux.) L'État était besoigneux. On allait au plus pressé, tout en se rendant compte que le nombre considérable d'immeubles offerts en vente au public avilissait les prix d'achat et se résolvait en réalité par une perte considérable pour la fortune nationale.

La confusion persistait. Ainsi, l'administration des domaines signalait l'extension que plusieurs officiers sans troupe et agents militaires donnaient aux logements en nature auxquels ils avaient droit; elle relevait encore que beaucoup de citoyens étrangers à l'armée occupaient des bâtiments affectés au département de la guerre sans en payer le loyer et sans autorisation, que même . . . . .

. . . d'autres occupent des logements en vertu de permissions particulières des administrations civiles auxquelles ils en paient le loyer [1].

Nous avons encore la preuve de cette confusion dans l'extrait suivant d'un compte rendu fait le 26 septembre 1799 (5 vendémiaire an VIII) par le général Millet-Mureau de l'administration du département de la guerre à la tête de laquelle il s'était trouvé du 8 ventôse an VII (27 février 1799) au 15 messidor de la même année (4 juillet 1799).

Beaucoup d'abus s'étaient glissés dans ce service (logement en nature) : pendant longtemps, des autorités civiles ont accordé des logements dans les bâtiments nationaux, provisoirement affectés au service militaire, à une infinité d'individus étrangers à ce service, et, dans plusieurs circonstances, elles ont disposé du produit des locations particulières faites par elles ; d'un autre côté, nombre d'officiers et d'agents militaires occupaient de vastes emplacements dans ces bâtiments sans aucun droit.

Scherer, ministre de la guerre, pensa régler la question par une circulaire du 8 germinal an VI (29 mars 1798). Voulant faire cesser. . . . . .

. . . les abus et les inconvénients auxquels donnent lieu les logements qu'occupent les officiers sans troupes en général, ... il décide que. . . . . .

---

1. Circulaire du ministre de la guerre du 14 vendémiaire an VII (5 octobre 1798).

. . . l'indemnité en argent leur offrant les moyens suffisants de se loger convenablemont dans les lieux où ils sont employés, . . .

le logement en nature leur sera retiré, à l'exception de ceux qui sont occupés dans des citadelles-châteaux et forts par les commandants de ces ouvrages de fortification et que tous les édifices nationaux devenus ainsi vacants seront remis au ministre des finances. Cette mesure générale ne va pas d'ailleurs sans difficultés, puisque le ministre de la guerre se croit en droit de prescrire aux municipalités de fournir aux officiers sans troupe et aux agents militaires des logements convenables . . . . . .

. . . moyennant un prix de loyer proportionné à l'indemnité en argent qui leur sera payée[1]. . . . . .

et qu'en outre il se réserve de prononcer sur les exceptions qui pourraient être commandées par des circonstances particulières de localités où il serait impossible de loger ailleurs que dans les bâtiments militaires les officiers et agents sus-désignés. La mesure prise n'était donc pas radicale ; la porte était ouverte aux exceptions, et les intéressés, officiers et municipalités, allaient les faire valoir. En effet, les observations qui furent présentées au ministre l'amenèrent à décider que les agents préposés à la garde et à la surveillance des établissements militaires et logés dans ces établissements n'étaient pas compris dans les dispositions de la loi du 8 germinal, ...

parce qu'il est évident qu'ils ne peuvent être logés ailleurs que dans les bâtiments et établissements qu'ils sont chargés de surveiller. En deuxième lieu, en ce qui concerne les directeurs et sous-directeurs d'artillerie et du génie, et les commissaires des guerres et autres officiers sans troupes, mon intention n'a point été de leur retirer les logements qu'ils occupent dans les bâtiments militaires, ...

---

1. Voir art. 6, titre V, de la loi du 10 juillet 1791.

1° si les bâtiments, étant inaliénables, doivent rester vacants après leur départ; 2° si les dépenses d'entretien à faire dans les logements sont inférieures à l'indemnité de logement. C'était revenir sur la sévérité de la circulaire et la rendre inutile [1].

L'année suivante, en vue de mieux faire, un autre ministre, en faisant observer que les logements particuliers exigeaient des dépenses de réparations et d'entretien hors de proportion avec l'indemnité en argent accordée par la loi, avait réduit, en les désignant par leurs fonctions, le nombre des officiers ayant droit au logement en nature. (Instruction du 29 floréal an VII [18 mai 1799].) Les officiers de troupe étaient logés dans les bâtiments militaires, en commençant par les moins élevés en grades. Les officiers sans troupe ne devaient pas avoir de logements, sauf les commandants et adjudants des places, forts et postes, les secrétaires de la place, le chef de la direction d'artillerie dans l'arsenal et les autres officiers, s'il y a de la place, les gardes d'artillerie, les commandants des écoles du génie et de l'artillerie avec leurs élèves, les employés du génie (gardes, conservateurs des bâtiments militaires, concierges, etc., comme les sous-officiers et soldats).

L'article 14 de cette instruction mentionnait que

> . . . il ne sera conservé à dater de ce jour, ni accordé dans aucun cas et sous quelque prétexte que ce puisse être, un logement dans les bâtiments militaires qu'aux officiers, sous-officiers, soldats et employés mentionnés dans le présent règlement comme y ayant droit.

Dans une circulaire du 25 vendémiaire an VIII (17 octobre 1799), le ministre recommande d'exclure des bâtiments militaires tous les individus qui n'ont pas droit au

---

1. Dépêche ministérielle du 24 floréal an VI au directeur des fortifications à Sedan.

logement et, d'autre part, de restreindre les logements au strict nécessaire en les limitant conformément aux prescriptions réglementaires, même de ne faire de réparations à ces logements que lorsque celles des hôpitaux, écuries et casernes auront été exécutées. En 1802, le premier inspecteur du génie demande s'il ne serait pas possible de réunir les établissements militaires disséminés dans les édifices trop spacieux et d'utiliser les parties inoccupées de ces mêmes édifices afin d'augmenter la masse des immeubles aliénables et de diminuer les dépenses d'entretien [1].

Toutes ces prescriptions indiquent que la solution n'avançait pas, et c'était sans résultats que les états *définitifs* des immeubles nécessaires et inutiles au service de l'armée avaient été encore réclamés par les circulaires du ministre de la guerre des 21 prairial an VII et 6 fructidor an VIII.

Mais en l'an X, les temps difficiles paraissent passés; une détente se produit; la question n'est plus affaire d'argent, il convient plutôt de mettre de l'ordre dans l'administration. Les consuls arrêtent, le 13 messidor (2 juillet 1802), que, dans un délai de trois mois, il sera fait une reconnaissance et désignation générale des édifices et établissements propres au casernement, magasin, hôpitaux, etc., nécessaires au service de la guerre; mais . . . . .

attendu que l'assiette générale des établissements militaires n'a pu encore être arrêtée d'une manière certaine et définitive, il est indispensable que dans les propositions que vous aurez à faire, soit pour affecter au département de la guerre des bâtiments nationaux disponibles, soit pour conserver ceux qui y sont affectés, vous preniez une latitude telle qu'on n'ait point à regretter à l'avenir de s'être privé des ressources d'autant plus précieuses qu'il serait difficile d'y suppléer [2].

---

1. Circulaire du 21 germinal an X (9 avril 1802).

2. Lettre du premier inspecteur général du génie du 27 messidor an X (16 juillet 1802).

Bien mieux, un arrêté des consuls, du 6 nivôse an XI (25 décembre 1802), revenant sur les dispositions antérieures du 29 floréal an VII, décide que les généraux commandant les divisions de l'intérieur et les troupes dans les départements, leurs aides de camp, les commissaires, les inspecteurs aux revues, les commandants d'armes dans les places de guerre, les officiers du génie et de l'artillerie seront logés dans les bâtiments militaires, et autant que possible

. . . dans les maisons qui avaient été construites à cet usage.

Le ministre de la guerre était invité à désigner, dans le plus court délai, les maisons nationales propres à ce service; il devait statuer sur les propositions qui seraient faites à ce sujet par les services locaux.

La question du logement des officiers dans les bâtiments militaires en resta là et ne fut jamais définitivement réglée. En principe, l'étendue de ces logements était fixée par la loi du 23 mai 1792 et variait suivant les grades; en fait, ce fut le ministre de la guerre qui détermina les immeubles à conserver dans le domaine militaire et, approuvant leur occupation par certains officiers ou employés militaires, fixa dans chaque cas particulier le logement dont chacun d'eux pouvait jouir. C'est encore le régime actuel.

V. Avec Napoléon Ier, le logement des troupes de garnison entre dans une nouvelle phase. La nature du pouvoir exécutif qu'il détient lui permet d'obliger les citoyens sans recourir au pouvoir législatif.

En 1808, le besoin d'argent se fait de nouveau sentir, et la nécessité d'instruire au plus vite les nouvelles recrues de l'armée le porte à décider que . . . . . .

. . . partout où il y a garnison, la ville doit fournir un champ de manœuvres , ...

sous la réserve que cette mesure n'est point de nature à recevoir une application permanente et qu'elle ne s'ap-

plique pas aux villes de guerre où il existe des esplanades et des champs de manœuvre suffisants faisant partie des terrains militaires.

Le terrain désigné, après accord entre le général commandant la division et le préfet du département, sera pris en location. . . . . .

. . . soit au moyen d'une somme qui fera partie de l'article des dépenses imprévues dans le budget des communes, soit par tout autre moyen que pourra désigner Son Excellence le Ministre de l'intérieur [1].

Mais ceci est plus important. Le 23 avril 1810, l'Empereur décrète que pour un certain nombre de villes, reconnues en état de supporter les dépenses de leur casernement, eu égard aux revenus dont elles jouissent [2] :

Les casernes, hôpitaux, manutentions, corps de garde et autres bâtiments militaires portés dans l'état annexé au présent décret sont donnés en toute propriété aux villes où ils sont situés [3] (art. 1[er]). La remise desdits bâtiments et établissements militaires sera faite en vertu de décrets spéciaux qui seront rendus pour chaque ville sur le rapport de notre ministre de la guerre d'ici au 1[er] juin (art. 2).

Les villes et les représentants de l'armée furent invités, dans le but de fixer les dispositions particulières à insérer dans les décrets de cession, à émettre leurs avis sur les mesures de surveillance et d'administration de détail spéciales aux localités qu'il conviendrait d'adopter dans chaque cas pour assurer le logement des troupes de garnison, conformément à ce qui est fixé par les lois et règlements militaires et prévenir toutes difficultés ultérieures sur l'assiette du logement [4].

---

1. Circulaire du ministre de la guerre du 15 mars 1808.
2. Circulaire du ministre de la guerre du 11 mai 1810.
3. Voir états de casernes et bâtiments à remettre aux communes comme annexes à l'instruction sur le service du casernement du 10 août 1813.
4. Circulaire du 11 mai 1810.

Au 1er juillet prochain, les villes entreront en possession desdits bâtiments; elles seront chargées de leur entretien; et, à cet effet, elles devront porter dans leur budget une somme au moins pareille à celle qui est indiquée dans l'état pour les réparations (art. 3). . . . . .

Ces sommes représentaient la dépense moyenne antérieure des réparations et entretiens annuels pour l'ensemble des bâtiments cédés.

Les villes ne pourront disposer, sans notre autorisation, d'aucun des bâtiments militaires; toutes les fois qu'elles les emploieront à une autre destination que celle qui leur est affectée, elles seront chargées de pourvoir au logement des troupes qui se trouveront dans leur enceinte (art. 5). . . . . .

Dans ce cas, les villes devaient produire un projet des constructions destinées à remplacer les bâtiments militaires qu'elles désiraient occuper, et l'autorisation n'était donnée que . . . . . .

. . . après que le remplacement en aura été consommé [1].

Lorsque l'un des bâtiments militaires cédés était inoccupé, les villes pouvaient être autorisées à l'employer à leur service particulier, mais à la condition . . . . . .

. . . qu'il n'y sera rien changé ni rien fait qui puisse l'empêcher d'être rendu d'un moment à l'autre à sa première destination [2].

Les communes étaient aussi dans l'obligation d'entretenir les bâtiments cédés et non occupés pour le service de l'armée, de sorte qu'ils puissent être toujours rendus immédiatement au logement ou au service des troupes [3].

Les mesures précédentes furent donc imposées à un certain nombre de villes; toutefois, elles ne pouvaient pas être considérées comme désavantageuses dans tous les

---

1. Décret du 16 septembre 1811, art. 24.
2. Décret précité, art. 25.
3. Décret précité, art. 26.

cas, puisque, dans la circulaire d'envoi du décret du 23 avril 1810, le ministre écrivait :

Mais comme il est beaucoup de villes qui, par les cessions absolues de bâtiments excédant les besoins du service, dont elles seraient gratifiées et qui, à raison d'ailleurs de leur position topographique, trouveraient des avantages réels dans les garnisons permanentes qu'elles désirent pour la plupart obtenir ; . . . . .

il demandait en conséquence de . . . . . .

. . . faire comprendre ces villes dans le travail d'exécution du décret du 23 avril et y joindre les demandes qu'elles auraient formées, afin d'être soumises à l'application de ce décret soit pour la totalité, soit pour une partie seulement des établissements militaires qu'elles renferment, selon que leurs moyens seront plus ou moins étendus.

Le procédé employé consistait donc à obliger certaines villes à prendre à leur charge les dépenses d'entretien du casernement et des bâtiments militaires, en échange d'une propriété dont la jouissance leur était réservée pour l'avenir et à la discrétion de l'État [1], et, d'autre part, à étendre ce procédé aux villes qui voudraient y adhérer, même, s'il le fallait, après cession définitive faite en leur faveur d'un certain nombre d'immeubles actuellement inutilisés.

Un décret du 16 septembre 1811 vint fixer dans les détails les obligations des communes en ce qui a trait aux dépenses des réparations et d'entretien pour les bâtiments et établissements dont la propriété leur avait été cédée. Ce décret vint ajouter encore à leur charge les constructions neuves, reconstructions et grosses réparations des établissements militaires dont les projets restaient soumis

1. Par un décret du 9 avril 1811, une disposition analogue fut prise au sujet des bâtiments nationaux occupés par l'administration, les cours, les tribunaux, l'instruction publique, qui furent concédés gratuitement aux départements, arrondissements, communes, à charge de pourvoir aux besoins des services.

à l'acceptation du ministre de la guerre et même, dans certains cas, à celle de l'Empereur [1].

Les officiers du génie ne seront chargés de la direction des travaux à faire aux établissements militaires que dans les places de guerre. Les ingénieurs des ponts et chaussées en seront chargés dans les villes de l'intérieur et les architectes dans les grandes villes [2].

Il y a lieu de faire remarquer que les dispositions précédentes ne s'appliquaient point aux bâtiments des citadelles, forts, châteaux et postes militaires isolés, ainsi que, dans les places de guerre, pour tous les bâtiments affectés particulièrement au matériel du service du génie et de l'artillerie [3].

D'ailleurs, le but poursuivi est indiqué dans une circulaire du ministre de la guerre du 4 octobre 1811.

Je vous recommande néanmoins de poursuivre toujours envers les villes de garnison l'effet des dispositions prescrites, pour déterminer à leur égard l'application du décret du 23 avril 1810; l'intention formelle de Sa Majesté étant que mon ministère ne reste chargé des établissements relatifs au logement et au service des troupes que dans les villes fortifiées ou non fortifiées qui seraient définitivement reconnues hors d'état de pourvoir à l'entretien et aux réparations de ces établissements.

Cette réglementation nouvelle venait à l'encontre des dispositions adoptées par l'Assemblée nationale dans la loi du 10 juillet 1791, loi qui restait comme l'expression de la règle générale, mais à laquelle on substituait, autant qu'il était possible, des conventions particulières avec les villes de garnison, les plaçant dans une situation analogue à celle de l'ancien régime.

Voici encore une nouvelle modification à la législation existante. Par un décret impérial, du 24 décembre 1811,

---

1. Art. 9, 10, 11 du décret.
2. Art. 4 du décret du 23 avril 1810.
3. Circulaire du 5 octobre 1810.

relatif à l'organisation et au service des états-majors des places, nous voyons à l'article 12 :

Lorsque nous aurons nommé un gouverneur dans une des principales places de guerre ou villes de notre Empire, notre ministre de la guerre en donnera sur-le-champ avis au préfet du département qui transmettra de suite au sous-préfet et au maire les ordres nécessaires pour qu'il soit préparé au gouverneur, dans une maison particulière et meublée, un logement conforme aux instructions du ministre, en suivant, autant que possible, les règles établies par notre décret du 27 février 1811 sur le logement dû aux présidents des cours d'assises.

Des dispositions analogues devaient être prises pour les commandants d'armes, secrétaires, archivistes.

Si les bâtiments départementaux ou communaux manquaient pour recevoir cette destination, on y affectait alors un bâtiment militaire. Ce n'est qu'à défaut du logement en nature que tous ces officiers et employés avaient droit à l'indemnité de logement.

Il paraissait même que les prescriptions de l'article 4 du titre IV de la loi du 10 juillet 1791 et des articles 4 et 53 du règlement annexé à la loi du 23 mai 1792 fussent en partie oubliées ou inappliquées, puisque, sans tenir compte des prescriptions des lois précédentes, par un décret du 7 août 1810, complétant pour ainsi dire celui du 23 avril, Napoléon décidait :

Art. 1^er^. — Notre ministre, directeur de l'administration de la guerre, continuera à déterminer le nombre de lits militaires qui devront être entretenus dans toutes les places, forts, citadelles... et les dépenses de cet entretien continueront à être prises sur le budget de son département, conformément aux stipulations des marchés existants.

Art. 2. — Les villes qui sont propriétaires des lits militaires entretenus dans leur enceinte recevront sur les fonds de l'administration de la guerre un loyer d'entretien qui sera fixé par nos ministres de l'intérieur et de l'administration de la guerre et

payable comme le prix d'entretien alloué aux propriétaires actuels des lits militaires en entreprise.

La fourniture des lits des casernes étant devenue une charge de l'État, l'administration de la guerre avait passé des marchés à ce sujet; mais elle continuait aussi à utiliser le matériel ancien ayant appartenu ou appartenant encore aux villes et conservé par elles en vue des réquisitions possibles. C'est jusque-là un état de choses conforme aux prescriptions légales. Mais les nouvelles dispositions sont contenues dans l'article 3 du décret :

A compter du 1er janvier 1811, la dépense d'occupation des lits militaires cessera d'être à la charge de l'administration de la guerre dans toutes les communes qui reçoivent des droits d'octroi sur les objets de consommation des troupes qui occupent ces lits (art. 4). Cette dépense sera supportée par les communes au profit desquelles les droits seront perçus, et, si elles ne sont pas propriétaires des lits, le décompte de cette dépense sera établi et soldé par elles aux entrepreneurs des lits militaires conformément aux dispositions des traités passés ou à passer par notre ministre de la guerre avec les compagnies chargées de la fourniture et de l'entretien des lits militaires.

Pour bien comprendre cette mesure, il faut remarquer que les octrois à l'entrée des villes sont une institution fort ancienne; jusqu'à ce que l'Assemblée nationale ait aboli une foule de privilèges, il y avait exemption de ces droits au profit d'une grande quantité de personnes, fonctionnaires, etc..., en particulier pour les objets destinés à la consommation des troupes. D'autre part, les octrois, supprimés d'abord en principe à la Révolution, furent rétablis lorsque les communes prouvèrent que les revenus provenant de leurs biens propres ou de taxes spéciales étaient insuffisants pour couvrir leurs dépenses. Le gouvernement fut en général favorable à la création des octrois, car, en les autorisant, il se réservait une part dans les produits obtenus et en profitait pour percevoir, par le

même procédé, les impôts établis sur les boissons. L'octroi des villes devenait donc pour l'État une matière imposable particulière et, dans cet ordre d'idées, Napoléon n'avait pas hésité à la charger des dépenses d'occupation des lits militaires. Les marchés, pour cet objet, étaient passés par l'administration de l'armée et les paiements aux entrepreneurs étaient prélevés sur le produit des octrois.

Il est certain que les villes réclamèrent, car le Conseil d'État fut consulté; il n'y avait pas à songer qu'il émettrait un avis contraire aux décrets de Napoléon; bien mieux, la question fut transformée et, sans distinction des communes sans octroi et des communes avec octroi, il résulte de l'avis émis dans la séance du 26 mars 1811, approuvé par l'Empereur le 29 mars suivant, que le loyer d'occupation des lits militaires devint une charge pour toutes les villes de garnison. Cet avis est à citer en entier :

Le Conseil d'État qui, en exécution du renvoi ordonné par Sa Majesté, a entendu le rapport des sections de la guerre et de l'intérieur sur celui du ministre directeur de l'administration de la guerre, relatif au loyer d'occupation des lits fournis par l'habitant aux troupes de garnison — vu le décret du 23 mai 1792, qui détermine ces loyers — vu le décret du 7 août 1810, par lequel les communes qui perçoivent des octrois sont, à compter du 1er janvier 1811, chargées du loyer d'occupation des lits militaires; considérant que le décret du 23 mai 1792 ne concerne que les lits fournis aux sous-officiers et aux soldats en garnison et que, dans les passages et les rassemblements, le logement des troupes est à la charge de l'habitant sans indemnité; que le plus souvent et pour diverses causes, les paiements ordonnés par le décret du 23 mai 1792 ne s'effectuent pas — que le décret du 7 août 1810 a été rendu d'après cette considération — que les consommations de la troupe ajoutent aux revenus de la commune et y favorisent le commerce et l'industrie — que plusieurs communes, pour n'avoir plus à payer les loyers d'occupation, ont demandé à meubler les casernes à leurs frais — est d'avis : 1° qu'il n'y a pas lieu de présenter à Sa Majesté un projet de

décret particulier pour les loyers d'occupation des lits fournis par l'habitant et que, s'il en est réclamé à l'avenir, le paiement en soit renvoyé aux communes ; 2° que les communes qui demandent à meubler à leurs frais les casernes et pavillons soient autorisées à en proposer la dépense entière ou successive dans leurs budgets annuels ; 3°.....[1].

Ainsi, les lits des casernes fournis par l'État étant en nombre insuffisant, on en réclame aux villes. Comme, dans ce cas, l'indemnité prévue par la loi du 23 mai 1792 ne leur était pas payée, et afin de se débarrasser de la réquisition, les villes demandent à revenir à l'ancien état de choses et à meubler les casernes. D'autre part, le ministre de la guerre désire un matériel uniforme et se trouve lié par des marchés avec les entrepreneurs des lits militaires. Comme l'État est omnipotent, il décide que c'est lui qui fournira les lits manquants et les entretiendra ; mais que les villes de garnison paieront les entrepreneurs de la dépense qui en résultera pour la totalité des lits, si elles ont un octroi, et, si elles n'en ont point, pour les lits qui feraient défaut à un moment donné. La raison donnée est que toutes les villes de garnison tirent profit de la présence des troupes.

C'est bien ainsi qu'il faut interpréter les deux décrets précités, puisque, au sujet de l'organisation administrative des départements hanséatiques (décret du 4 juillet 1811), nous trouvons au titre VI : Administration militaire, chapitre III : Chauffage et casernements, article 195 :

> Le service du casernement y sera également assujetti aux lois et règlements qui le régissent dans les autres divisions (militaires). En conséquence, la dépense du loyer d'occupation des lits militaires y sera supportée par les communes dans les places où il sera perçu des droits d'octroi et autres équivalents, et il ne sera alloué aucune indemnité aux habitants pour les lits qu'ils seront dans le cas de fournir éventuellement en sus des fixations ou à défaut de fixations.

---

1. *Bulletin des lois*, 1er sem. 1811, p. 303.

Les décrets des 23 avril et 7 août 1810, l'approbation donnée à l'avis du Conseil d'État du 26 mars 1811 modifièrent donc profondément la législation établie par les lois de 1791 et 1792. Les obligations des communes ressortent nettement des décisions de l'Empereur, mais leurs garanties deviennent l'objet d'interprétations bien diverses.

(*A suivre.*)

C. LECOMTE,
Lieutenant-colonel du génie.

SUR

LES

CONTESTATIONS

EN MATIÈRE

DE MARCHÉS DE TRAVAUX MILITAIRES

L'article 4 de la loi du 28 pluviôse an VIII donne aux conseils de préfecture le droit de prononcer sur les difficultés qui pourraient s'élever entre les entrepreneurs de travaux publics et l'administration concernant le sens ou l'exécution des clauses de leurs marchés.

Les travaux militaires étant essentiellement des travaux publics, c'est donc le conseil de préfecture qui est compétent. Cette compétence du conseil de préfecture étant d'ordre public, l'on ne pourrait y déroger par des conventions particulières (art. 6 du Code civil).

De plus, c'est devant le conseil de préfecture du lieu où sont exécutés les travaux, que doivent être portées les contestations ; mais, le conseil de préfecture ne juge qu'en premier ressort et les parties peuvent interjeter appel des arrêtés de ce tribunal devant le Conseil d'État.

Deux principes essentiels dominent tout le contentieux en matière de marchés de travaux militaires.

Le premier, c'est que toutes les difficultés qui peuvent s'élever entre l'entrepreneur et l'État concernant le sens

ou l'exécution des clauses de ce marché, sont de la compétence *exclusive* des tribunaux administratifs.

Le deuxième, c'est qu'un recours gracieux au ministre doit toujours être formé par l'entrepreneur préalablement à tout recours contentieux.

Ce dernier principe est consacré par l'article 62 du Cahier des clauses et conditions générales de 1889, lequel stipule que l'entrepreneur doit adresser au ministre un mémoire où il indique les motifs et le montant de ses réclamations et que, si le ministre ne les admet pas, l'entrepreneur peut en saisir le conseil de préfecture, sauf recours au Conseil d'État.

Cette obligation pour l'entrepreneur de s'adresser d'abord au ministre avant toute action devant les tribunaux administratifs constitue pour l'État un privilège des plus importants.

En effet, le dépôt préalable du mémoire de l'entrepreneur permet à l'administration d'étudier les réclamations, d'y faire droit, s'il y a lieu, d'éviter ainsi des procès, et entraîne, dans tous les cas, des délais qui ne peuvent être que fort utiles au ministre.

Il existe au ministère des travaux publics un comité du contentieux et d'études juridiques, composé d'ingénieurs et de jurisconsultes, chargés d'étudier les réclamations des entrepreneurs et d'émettre un avis sur la suite qu'elles peuvent comporter.

Le comité du contentieux du ministère de la guerre institué par les récents décrets des 13 et 31 janvier 1898 aura-t-il, au point de vue spécial des réclamations des entrepreneurs, les mêmes attributions que celui du ministère des travaux publics ?

Cette nécessité du recours préalable au ministre n'existe ni en Allemagne, ni en Italie. Mais en Belgique nous retrouvons la même obligation qu'en France ; l'article 39 du Cahier (belge) des conditions générales stipule en effet :

« Les contestations qui peuvent survenir entre l'entrepreneur et le commandant du génie sur l'exécution des clauses et conditions du devis et cahier des charges doivent, avant toute instance judiciaire, être soumises à la décision du ministre de la guerre.

« Les requêtes ou réclamations de l'entrepreneur doivent, sous peine de déchéance, être adressées et envoyées directement au ministre de la guerre dans les six jours à partir de la consommation du fait qui a pu y donner lieu. »

Ce délai de six jours est réellement insuffisant.

En France, l'entrepreneur a trente jours pour adresser ses réclamations au ministre de la guerre, à dater de la signification qui lui a été faite de la décision du directeur sur les dites réclamations.

Le ministre est-il obligé de faire connaître à l'entrepreneur sa décision et dans quel délai ?

Le décret du 2 novembre 1864 assimilant par une fiction légale à une décision de rejet le silence du ministre pendant quatre mois depuis la réception du mémoire, l'entrepreneur pourra se pourvoir au bout de ce temps devant le conseil de préfecture sans attendre plus longtemps la décision ministérielle.

« Si le ministre, dispose l'article 62 du cahier de 1889, n'a pas fait connaître sa réponse dans un délai de trois mois, à dater de la remise du mémoire au directeur, l'entrepreneur peut encore saisir le conseil de préfecture ; mais seulement après l'expiration du délai sus-mentionné et dans les trente jours qui suivent. »

Cette prescription, qui autorise l'entrepreneur à considérer au bout de trois mois, au lieu de quatre, ses réclamations comme non admises et à saisir des dites réclamations le conseil de préfecture, est valable bien que non conforme au décret du 2 novembre 1864.

Si le ministre, en effet, ne peut pas augmenter le délai, il est toujours libre de le diminuer dans les conventions qu'il passe avec les tiers.

Quoi qu'il en soit, la formalité préalable du recours hiérarchique au ministre entraîne des lenteurs qui peuvent être préjudiciables à l'entrepreneur. Ces lenteurs sont encore accentuées par la nécessité où se trouve ce dernier d'adresser d'abord ses réclamations au chef du service, puis au directeur, et enfin d'attendre la notification des décisions de cet officier supérieur, avant de se pourvoir devant le ministre.

Dans le cahier des ponts et chaussées, le délai de trois mois court à partir de la remise du mémoire au préfet, ce qui nous semble plus équitable.

La nécessité de ce recours hiérarchique n'existe que pour les réclamations au fond, et l'entrepreneur peut toujours introduire *de plano* une demande devant le conseil de préfecture tendant à obtenir, dans les cas urgents, des mesures conservatoires.

Le conseil de préfecture statue dans ces cas comme juge de référé, suivant les prescriptions de l'article 24 de la loi du 22 juillet 1889.

Il est important de remarquer qu'aux termes de l'article 62 du cahier de 1889, le recours hiérarchique est obligatoire pour les réclamations relatives aux ordres de service, aux inscriptions, aux croquis d'attachements, et aux décomptes annuels et définitifs, et que les dites réclamations doivent être portées devant le conseil de préfecture compétent dans un délai de trente jours à dater de la notification de la décision du ministre.

Cette clause est conçue dans des termes trop généraux et a l'inconvénient de s'appliquer non seulement aux réclamations finales auxquelles peut donner lieu le décompte définitif de l'entreprise ; mais encore aux réclamations que l'entrepreneur peut avoir à formuler pendant le cours de son entreprise relativement aux ordres, aux inscriptions, aux métrés, aux décomptes annuels, etc.

On oblige ainsi l'entrepreneur à porter immédiatement devant le conseil de préfecture tous les griefs formulés au

cours de l'entreprise que le ministre aurait écartés et on ferme la porte aux transactions qui pourraient se produire au moment du règlement définitif et dont on fait largement usage et avec raison dans le service des ponts et chaussées.

C'est seulement quand l'entreprise est terminée que l'administration a réellement intérêt à imposer à l'entrepreneur un délai de forclusion, et il convient de ne le prescrire que pour les réclamations finales que provoque le décompte définitif de l'entreprise, ainsi que cela a lieu dans le service des ponts et chaussées, dont le cahier des clauses et conditions générales stipule, article 51, troisième alinéa :

« Si, dans le délai de six mois à dater de la notification de la décision ministérielle intervenue sur les réclamations auxquelles a donné lieu le décompte *général* et *définitif* de l'entreprise, l'entrepreneur n'a pas porté ses réclamations devant le tribunal compétent, il sera considéré comme ayant adhéré à la dite décision et toute réclamation se trouvera éteinte. »

Dans ces conditions, l'entrepreneur, qui, au cours du marché, a déjà formulé et précisé ses réclamations, n'aurait plus alors qu'à se demander s'il doit accepter ou non la décision définitive de l'administration et à rédiger, en cas de refus, le mémoire introductif d'instance qu'il a à présenter au conseil de préfecture.

La mise en régie et la résiliation des marchés dans les conditions prévues par le cahier des clauses et conditions générales sont des actes d'autorité qui échappent à la juridiction des conseils de préfecture en ce sens que ces tribunaux ne peuvent pas annuler la décision prise par l'administration ; mais ils restent compétents pour en apprécier les conséquences et allouer aux intéressés tels dommages-intérêts que de droit dans les cas où ces mesures auraient été prises irrégulièrement en la forme ou reposeraient au

fond sur des motifs erronés, à charge par l'entrepreneur d'en rapporter la preuve.

« Le conseil de préfecture ne peut connaître que des difficultés qui s'élèvent entre l'entrepreneur et l'administration », dit la loi de pluviôse an VIII. Il faut en conclure que tout litige survenant à propos du marché, mais entre l'entrepreneur et des tiers qui n'y figurent pas, est de la compétence des tribunaux de droit commun. Par exemple, les contestations qui peuvent naître à propos de sous-traités, même autorisés par l'administration, doivent être portées devant les tribunaux civils. Il en est de même des contestations relatives à la fourniture de matériaux, aux avances de fonds faites par des tiers à l'entrepreneur.

Toutefois, dans le cas où le jugement à intervenir sur les difficultés existant entre l'entrepreneur et les tiers pourrait réagir contre l'administration, l'affaire devrait être portée devant la juridiction administrative. Telle est la jurisprudence du Conseil d'État.

Par exemple, un entrepreneur sortant cède son matériel au nouvel adjudicataire, la convention relative à cette cession intéresse l'administration, et les contestations qui pourraient se produire de ce chef sont de la compétence des tribunaux administratifs.

Comme complément de ce que nous venons de dire relativement au jugement des contestations qui peuvent s'élever entre l'entrepreneur et l'administration, il nous paraît indispensable de donner, sinon les détails de la procédure à suivre devant le Conseil d'État et les conseils de préfecture, ce qui nous entraînerait trop loin, du moins les caractères généraux de la procédure devant ces deux tribunaux administratifs.

Tout d'abord, il est essentiel de remarquer que la procédure devant les conseils de préfecture, régie par la loi du 22 juillet 1889, ressemble beaucoup à celle suivie devant le Conseil d'État et dont les règles se trouvent dans

les décrets des 22 juillet 1806, 2 novembre 1864, 2 août 1879 et dans l'ordonnance du 18 janvier 1826. On peut même dire qu'il existe pour ces deux tribunaux une procédure administrative dont les caractères essentiels sont à peu près identiques.

La caractéristique de cette procédure spéciale, différente de la procédure civile, ressort des règles ci-dessous applicables aussi bien aux conseils de préfecture qu'au Conseil d'État :

1° L'instance est introduite au moyen d'une requête en demande adressée au juge administratif, et non au moyen d'un ajournement signifié au défendeur ;

2° L'instruction de l'affaire, au lieu d'être faite par les parties elles-mêmes comme dans la procédure civile, est dirigée par le juge, ce qui est à la fois plus expéditif et moins coûteux ;

3° Toutes les pièces de l'instruction sont écrites et contiennent les conclusions des parties et leurs moyens ;

4° Le jugement est toujours rendu sur rapport, ce qui est l'exception en matière civile.

C'est la section du contentieux qui dirige l'instruction au Conseil d'État. La discussion préalable et approfondie à laquelle sont soumises les affaires dans cette section donne aux deux parties de sérieuses garanties.

Dans les conseils de préfecture, c'est le conseil tout entier qui a la direction de l'instruction.

Dès que la requête introductive d'instance a été enregistrée au greffe, un rapporteur est désigné pour chaque affaire soit par le président de la section du contentieux, soit par le président du conseil de préfecture.

La requête en demande est notifiée au défendeur par voie administrative, ce qui constitue une économie. La requête en défense et les répliques, s'il y a lieu, sont faites et signifiées de la même manière que la requête en de-

mande. Les parties peuvent prendre connaissance des différentes productions de l'instance.

D'ailleurs, les tribunaux administratifs ont le droit d'ordonner toutes les mesures d'instruction qu'ils jugent nécessaires, telles que : expertises, enquêtes, visites des lieux, vérifications d'écritures.

En ce qui concerne les expertises dont il est fait un fréquent usage en matière de travaux, le conseil de préfecture peut les ordonner sur des points déterminés soit d'office, soit sur la demande des parties ou de l'une d'elles.

L'expertise est faite par trois experts, à moins que les parties ne consentent à ce qu'il y soit procédé par un seul. Si l'expertise est confiée à trois experts, l'un d'eux est nommé par le conseil de préfecture, et chacune des parties est appelée à nommer son expert. Les fonctionnaires qui ont exprimé une opinion dans l'affaire litigieuse ou qui ont pris part aux travaux qui donnent lieu à la contestation ne peuvent être désignés comme experts.

Les parties doivent être averties par les experts des jours et heures auxquels il sera procédé à l'expertise, leurs observations faites sur place doivent être consignées dans le rapport des experts.

S'il y a plusieurs experts, ils dressent un seul rapport ; s'ils sont d'avis différents, ils indiquent l'opinion de chacun d'eux et les motifs à l'appui.

Lorsque l'instruction est terminée et que l'affaire est en état d'être jugée, le rapporteur rédige son rapport, lequel est transmis au commissaire du Gouvernement (maître des requêtes au Conseil d'État, secrétaire général de la préfecture dans les conseils de préfecture).

L'intérêt public étant toujours en jeu dans les juridictions administratives, le commissaire du Gouvernement doit donner ses conclusions. Le rapport est lu en séance publique, soit devant le conseil de préfecture, soit devant

l'assemblée du contentieux, laquelle comprend, outre les membres de la section du contentieux, six autres membres pris dans les autres sections du conseil.

Après la lecture de ce rapport, les parties peuvent présenter des observations orales à l'appui de leurs conclusions écrites, et le ministère public est entendu en ses conclusions. La décision est lue en audience publique après délibéré hors la présence des parties.

On peut attaquer devant le Conseil d'État, par la voie de l'appel, les arrêtés des conseils de préfecture, dans le délai de deux mois à dater de la notification lorsqu'ils sont contradictoires et à dater de l'expiration du délai d'oppositon quand ils ont été rendus par défaut. Le recours doit être formé par le ministère d'un avocat au Conseil d'État.

Enfin, il faut signaler un triple privilège de l'État plaidant devant la juridiction administrative :

1° Dans toute instance, les pièces sont déplacées pour être communiquées à l'administration, tandis qu'en principe, pour l'entrepreneur, la communication se fait sans déplacement ;

2° En matière de travaux de la guerre, les pourvois sont toujours communiqués au ministre, qui donne son avis. Cet avis constitue un élément non négligeable de l'instruction, cependant il faut reconnaître que le Conseil d'État passe souvent outre et conserve en tous cas une indépendance complète ;

3° Le ministre de la guerre peut signer lui-même les pièces de l'instruction écrite, sans avoir besoin de passer par un avocat au Conseil d'État, lequel est absolument indispensable à l'entrepreneur. Il est vrai d'ajouter que pour les observations orales, le ministère d'un avocat au Conseil d'État est nécessaire au ministre.

Pour terminer cette rapide étude, nous allons jeter un coup d'œil sur les juridictions compétentes en matière de marchés de travaux militaires en Allemagne, en Italie et

en Belgique. Cet examen, si succinct qu'il soit, ne sera pas sans utilité et nous donnera l'occasion, à propos de la Belgique, de présenter quelques considérations sur la compétence administrative française.

En Allemagne, les contestations relatives à l'exécution des clauses et obligations spécifiées dans le contrat doivent en premier lieu être soumises à l'autorité qui a sanctionné le contrat, si elles n'ont pu être réglées à l'amiable.

On peut en appeler de la décision de cette autorité à celle d'un tribunal arbitral, sans toutefois que les travaux puissent être interrompus.

Pour la procédure devant le tribunal arbitral et la composition de ce dernier, on s'en tient aux prescriptions de la procédure civile allemande du 30 janvier 1877. Pour le choix des arbitres, on se réfère aux dispositions annexées au contrat.

Si les arbitres déclarent aux parties que leurs voix sont partagées, on leur adjoint un président. La nomination de ce président, à défaut de conventions contraires, est faite par l'intendant d'une région de corps d'armée voisine de celle où les travaux sont exécutés.

Pour les questions litigieuses que ne peut trancher le tribunal arbitral, l'entrepreneur doit s'adresser à la juridiction la plus voisine de l'administration qui a sanctionné le contrat.

Il ressort de ce que nous venons de dire qu'il y a en Allemagne un mélange de juridiction administrative et civile, qui met l'entrepreneur, ainsi que nous allons le voir pour l'Italie, à la merci de l'État.

Le cahier italien des conditions générales stipule, article 73 :

« Les constatations administratives étant faites, conformément à l'article 22 du règlement sur les travaux du génie militaire, approuvé par décret royal du 8 juillet 1883, si l'entrepreneur ne se soumet pas aux décisions du commandant territorial, la contestation sera vidée par la voie

de l'arbitrage, conformément à l'article 349 de la loi sur les travaux publics, au chapitre II du titre préliminaire du Code de procédure civile, et d'après la manière fixée dans le présent article. »

Cet arbitrage est confié à un ou trois arbitres choisis d'un commun accord par les parties parmi les officiers généraux ou supérieurs du génie militaire en activité de service ou en service auxiliaire. Si cet accord ne peut se faire, la désignation des arbitres et la fixation de leur nombre appartiennent au chef d'état-major de l'armée.

L'arbitrage a lieu pour toute contestation, soit technique, soit administrative, pouvant s'élever pendant l'exécution des travaux.

Ne peuvent être arbitres les officiers généraux ou supérieurs du génie qui auraient participé à la direction, surveillance ou expertise des travaux au sujet desquels se sont élevées les contestations.

Les arbitres nommés peuvent prononcer sur toute contestation « pour amener un arrangement amiable entre les parties, conformément aux articles 20 et 28 du Code de procédure civile ».

Les parties confèrent à ces arbitres les pouvoirs les plus étendus, de sorte que leurs décisions valent « comme sentences d'arbitres choisis librement, non sujettes à appel ni à recours en cassation ».

Pendant l'arbitrage, ne sont pas suspendues les mesures que l'administration militaire croirait devoir prendre dans l'intérêt gouvernemental, ni celles qui pourraient être nécessaires pour la continuation d'office des travaux.

Ce qu'il y a de remarquable dans cette manière de régler les contestations, c'est que les arbitres étant tous choisis parmi les officiers du génie, le jugement est rendu par un véritable tribunal militaire.

En Belgique, les choses se passent tout autrement : les tribunaux administratifs n'ont à s'immiscer en aucune façon dans les contestations qui peuvent s'élever entre l'en-

trepreneur et l'administration, relativement à l'exécution des marchés.

Ces contestations sont de la compétence exclusive des tribunaux civils, en vertu de l'article 92 de la constitution belge, qui a abrogé sur ce point la législation française, et surtout en vertu d'une jurisprudence constante de la juridiction civile.

Remarquons qu'en France, comme en Belgique, il s'agit toujours, en matière de marchés de travaux militaires, de la connaissance des difficultés qui peuvent naître à l'occasion de l'exécution d'un *contrat du droit commun.*

Les marchés des travaux militaires sont, en effet, des contrats synallagmatiques engageant l'entrepreneur, d'une part, et l'État, *personne morale,* d'autre part.

L'un doit livrer son ouvrage exécuté dans certaines conditions, l'autre doit payer le prix convenu. Les principes généraux du Code civil sont applicables, sauf les dérogations qui ont pu y être apportées par les conventions des parties.

Pourquoi donc la compétence administrative existe-t-elle à l'égard de tels contrats ?

On invoque l'intérêt général qui s'attache à l'exécution de ces travaux, la nécessité de lumières spéciales de la part du juge qui a à trancher des questions techniques. Mais n'est-ce pas le juge civil qui est compétent pour connaître les difficultés nées à l'occasion de ces mêmes marchés toutes les fois qu'elles ne s'élèvent pas entre l'administration et l'entrepreneur, par exemple entre l'entrepreneur et ses sous-traitants ?

Les tribunaux ordinaires offrent, prétend-on, moins de garantie à l'intérêt public que la juridiction administrative.

Mais est-ce que, dans les litiges relatifs aux marchés de travaux militaires, le juge a à connaître de l'intérêt public proprement dit ? N'a-t-il pas seulement à examiner si un entrepreneur est lié par telle ou telle clause de son traité,

et s'il a exécuté le travail conformément aux stipulations du contrat ?

La mission du juge civil, si l'on admettait sa compétence, serait, bien entendu, exclusivement limitée à l'appréciation des conventions acceptées par les parties contractantes, en un mot à l'examen des matières contentieuses relatives à l'exécution des obligations réciproques résultant du marché.

Examinons maintenant si le marché de travaux militaires est un contrat qui, par sa nature même, emporte nécessairement la compétence administrative.

Les actes d'administration se distinguent, comme on le sait, en actes d'autorité et actes de gestion. Les actes d'administration, nommés actes d'autorité parce qu'ils se rattachent à l'exercice d'un droit de puissance publique, relèvent de plein droit de la juridiction administrative.

Le principe de la séparation des pouvoirs suffit, en effet, pour écarter l'intervention de l'autorité judiciaire toutes les fois que la puissance publique est seule en jeu. Au contraire, les actes de gestion accomplis par l'administration dans l'intérêt d'un service public confèrent des droits acquis à des tiers, et, par suite, bien que pouvant conserver un caractère de puissance publique, ces actes se rapprochent tellement de ceux de la vie civile que les tribunaux judiciaires semblent naturellement compétents pour leur appréciation. Tels sont les marchés de travaux militaires.

Il est vrai que dans l'opération de travaux militaires, il n'y a pas que des actes de gestion, il y a aussi des actes d'autorité. Par exemple : la décision ministérielle approuvant l'adjudication est un acte d'autorité ; mais il est bien évident que ces actes d'autorité, qui sont l'exception d'ailleurs, échapperaient à la compétence du juge civil.

L'expropriation pour cause d'utilité publique, dont le contentieux est cependant de la compétence des tribunaux civils, n'est-elle pas un acte de gestion ayant conservé essentiellement le caractère d'acte de puissance publique ?

Ne rencontre-t-on pas aussi au cours de cette opération administrative des actes d'autorité, celui déclarant l'utilité publique, par exemple ?

Il existe, dans le droit administratif, dit M. Laferrière, un grand nombre d'affaires contentieuses qui n'échappent à la compétence judiciaire qu'en vertu de dispositions législatives. La loi leur a imprimé ce caractère administratif qui ne s'imposait pas de plein droit, qui ne résultait pas nécessairement du principe de la séparation des pouvoirs. Telles sont les contestations qui intéressent l'administration considérée non comme puissance publique, mais comme partie contractante, comme sujet actif ou passif d'obligations qui se rattachent à la gestion des services publics.

Et, plus loin, parlant de la distinction entre les contestations qui sont administratives par leur nature, et celles qui n'ont ce caractère que par la détermination de la loi, cet auteur ajoute : « Cette distinction ne doit pas être perdue de vue par ceux qui raisonnent sur l'état de notre législation et sur la part plus ou moins large qui pourrait être faite à la compétence judiciaire.

« Aucun motif d'ordre constitutionnel ne s'opposerait *à priori* à ce que le contentieux des travaux publics des marchés de l'État, de certaines obligations pécuniaires du Trésor, fût porté devant les tribunaux comme l'est déjà le contentieux de la plupart des *affaires domaniales*. »

C'est en invoquant cette distinction si nettement établie par cet éminent auteur, que nous nous croyons fondé à émettre cette opinion qu'il n'existe pas de raison sérieuse pour ne pas imiter la Belgique en enlevant à la compétence administrative le contentieux relatif aux marchés de travaux militaires.

On objectera peut-être que chaque service constructeur de l'État ayant un cahier de clauses et conditions générales différent, si le contentieux appartenait aux tribunaux de première instance et aux cours d'appel, il pourrait se pro-

duire, sur le sens des articles de ces cahiers des charges différents, des interprétations différentes dont l'État aurait à souffrir, tandis que le Conseil d'État, seule juridiction d'appel, assure l'unité de jurisprudence.

Si l'on se décidait à faire un décret stipulant des clauses et conditions *générales* applicables à tous les marchés de travaux de l'État, on détruirait en partie cette objection.

On prétendra peut-être aussi que les procès sont jugés avec plus de célérité par les tribunaux administratifs que par les tribunaux judiciaires. Il n'en est rien. Les instances devant le Conseil d'État durent aussi longtemps sinon plus que devant les tribunaux civils.

D'ailleurs, pourquoi ces litiges, si on les renvoyait devant les tribunaux de droit commun, ne seraient-ils pas jugés comme affaires sommaires? Pourquoi n'emploierait-on pas des formes analogues à celles suivies pour les procès en matière d'enregistrement?

L'instruction de ces instances pourrait se faire par mémoires respectivement signifiés et enregistrés gratis, et le jugement serait rendu sur le rapport d'un juge, après conclusions du ministère public. On se rapprocherait ainsi de la procédure usitée devant les conseils de préfecture, dont on conserverait les avantages, tant au point de vue des frais, que de la simplicité des formes.

Si la compétence des tribunaux de droit commun ne doit pas présenter d'inconvénients, pourquoi ne pas l'adopter ?

Le marché de travaux militaires doit tendre vers un contrat de droit commun. Cette assimilation, si désirable au point de vue des intérêts pécuniaires de l'État, se produirait bien plus facilement le jour où les contestations qui peuvent s'élever entre les deux parties contractantes seraient de la compétence de la juridiction civile.

Toutefois, nous n'avons pas eu l'intention de traiter à fond cette délicate question de compétence qui comporterait des développements sortant du cadre de cette étude,

nous avons voulu simplement montrer que si la Belgique a rejeté, en matière de marchés de travaux publics, l'ancienne législation française, *sous l'empire de laquelle elle vivait* et qui emportait, comme on le sait, la compétence administrative, il en pourrait être de même en France, ce qui aurait d'ailleurs pour résultat immédiat de diminuer l'encombrement actuel de la section du contentieux et d'accélérer ainsi le jugement des affaires.

AUGIER,
Chef de bataillon du génie.

ANALYSE ET EXTRAITS

DE LA

CORRESPONDANCE DE VAUBAN

(*Suite* [1].)

ANNÉE 1689

En 1689, il (VAUBAN) *commanda, par ordre de Sa Majesté, dans la Basse-Flandre, c'est-à-dire à Dunkerque, Bergues et Ypres, avec ordre de se renfermer dans celle de ces places qui serait assiégée; sur quoi il est à remarquer que, la fortification d'Ypres étant dans un grand désordre, il y fit travailler toute la campagne avec une extrême application, étant presque toujours présent sur les travaux, ce qui lui attira une grande maladie dont il pensa mourir. Sur la fin de la même année, et avant que la maladie l'eût tout à fait abattu, il fit la visite des frontières les plus prochaines, et notamment de Dinant, Charlemont, Philippeville, Maubeuge, Valenciennes et Tournay, dont il revint fort malade à Lille.* (ABRÉGÉ DES SERVICES.)

21 FÉVRIER 1689. — VAUBAN A LOUVOIS. — DE BREST.

Il n'y a rien, Monseigneur, dans tout ce que je propose pour Belle-Ile qui ne se puisse achever dans la fin d'avril.

...On pourrait faire une assez bonne milice ici en y faisant autant de compagnies que de paroisses ; mais il leur faudrait donner des armes, car ils n'en ont que très peu et ce peu ne vaut rien. On serait encore assez empêché de

1. *Revue du génie,* 1897, t. XIII, t. XIV; 1898, t. XV, t. XVI; 1899, t. XVII, p. 53, 133, 207, 329, et t. XVIII, p. 259.

leur donner des officiers, tant il s'y trouve peu de gens raisonnables. Et comme ils sont très pauvres, vivant au jour la journée, il faudrait leur donner le pain de munition et deux sols par jour pendant qu'on se servirait d'eux, leur faire faire l'exercice les jours de fêtes, leur apprendre à marcher, à tirer au blanc, enfin les devoirs du service et de la garde. Après quoi, régler à chaque compagnie les postes, les y faire garnir et voir après comment ils s'y prendraient ; les enseignant et disposant peu à peu, on viendra à la fin à bout d'en tirer service dans un jour d'occasion, les mêlant parmi les troupes réglées.....

A. G. $\frac{903}{30}$.

---

25 FÉVRIER 1689. — VAUBAN A LOUVOIS. — DE BREST.

Voici, Monseigneur, copie de ce que j''envoie à M. de Seignelay touchant l'entrée du Morbihan et de Port-Louis.

... Vous savez, sans doute, que ce qu'on appelle Morbihan est l'entrée des rivières de Vannes et d'Auray, villes situées dans la meilleure contrée de Bretagne.

Il y a de très bonnes et grandes rades dans la rivière d'Auray, bien couvertes et très assurées quand on est maître de ce passage...

M. Gabaret, premier chef d'escadre et sans contredit le plus habile homme de la marine, avec qui j'en raisonne souvent parce qu'il a très bon esprit, m'a dit qu'à son avis l'endroit du Royaume où les entreprises des Anglais et des Hollandais sont le plus à craindre est par la baie de Bourgneuf, près de l'île de Noirmoutier, parce qu'une armée navale peut y demeurer avec autant de sûreté que dans un port ; que l'île de Noirmoutier, qui n'est séparée de la terre ferme que par un petit bras qui assèche quelquefois jusqu'à y pouvoir paser à pied sec, leur peut servir d'une bonne et sûre retraite ; que tout le pays de la terre ferme attenante est fort entrecoupé de marais, gras, fertiles et abondants en toutes choses, et surtout en mauvais convertis qui

pourraient bien favoriser une entreprise par-là ; que, du reste, cette situation est tout près de l'embouchure de la Loire et fort à portée des rades de La Rochelle et de l'entrée de la rivière de Bordeaux où ils pourraient encore faire d'autres entreprises, ou du moins fort gâter le commerce ; mais que le plus dangereux de tous, à son avis, est la baie de Bourgneuf. Ils y ont déjà été et la savent; c'est pourquoi il serait bon, s'il était possible, qu'il y eût un corps de sept à huit mille hommes pour se mettre entre eux et les mal convertis de ce pays-là, qui, voyant les troupes, n'oseraient s'aventurer de faire des assemblées ni de se communiquer avec les ennemis. Voilà ce qu'il m'a dit et qui, à mon avis, mérite considération.

Les gens qui ne voient les affaires que par un trou sont sujets à se tromper souvent quand il se veulent mêler d'en parler ; c'est peut-être ce qui fait que je me suis trompé de m'imaginer qu'on a eu tort de n'avoir pas équipé quarante vaisseaux pour joindre ou ne pas joindre la flotte du Roi d'Angleterre, aussitôt que l'entreprise du prince d'Orange fut découverte ou seulement soupçonnée ; et je me trompe peut-être de m'imaginer que l'on était en état de mettre soixante gros navires à la mer, non pour batailler ou hasarder un combat mal à propos, mais pour observer les ennemis de près et les garder à vue; car je suis très persuadé que, si cela était, il n'y aurait pas de descentes, ou que, s'il y en avait, elles seraient peu considérables.

J'ai encore une autre pensée, peut-être aussi peu raisonnable que les deux premières : c'est que quand un homme joue de son reste, il le doit faire lui-même ou y être présent.

Le Roi d'Angleterre me paraît dans ce cas. Son reste est l'Irlande ; il me semble qu'il y devrait passer ; où, avec les assistances que le Roi lui donnerait, il pourrait ou remonter sur sa bête, à la faveur des sujets fidèles qui lui restent et qui se rangeraient près de lui, ou sauver ce morceau qui fait une partie considérable de ses États, où,

du moins, faire une diversion assez considérable pour empêcher ces messieurs-là de nous tomber tout à coup et tous ensemble sur les bras. Je vous demande pardon, Monseigneur, de mon mauvais raisonnement. Il fait ici un temps si horrible qu'on ne peut sortir ni par terre, ni par eau, ni travailler à quoi que ce soit.

A. G. $\frac{903}{55}$.

---

18 MARS 1689. — VAUBAN A LOUVOIS. — DE BREST.

... M. le maréchal va incessamment faire la revue de ses milices, reconnaître en même temps les postes à garder le long de la côte, établir des signaux et distribuer ses gardes le long des descentes, et régler les rendez-vous d'un chacun en cas d'armée navale sur la côte ; après quoi, il compte de faire distribuer le travail des retranchements aux paroisses qu'il a réservées pour cela. Il a fait la visite des principales descentes avec moi ; tout cela est fort bien, mais il aura besoin d'outils et d'armes. Il se trouvera un peu de l'un et de l'autre dans le pays, mais fort peu, notamment des armes, parce que les paysans furent désarmés il y a seize ou dix-sept ans, et leurs armes, ayant été négligées, sont absolument gâtées et toutes les montures pourries et vermoulues à ne se pouvoir servir d'aucune. D'ailleurs, la poudre se vend 24 sols la livre, ce qui fait qu'un paysan n'en peut avoir ; car 24 sols pour eux est une somme considérable qui peut faire vivre un ménage toute une semaine.

Il est fort difficile de remédier au manquement des armes après les recherches qu'on en vient de faire, mais il est plus aisé de remédier à celui des poudres. Il n'y a qu'à faire fournir les batteries de la côte par les magasins du Roi sur le pied de quarante coups par pièce et en faire exposer douze ou quinze milliers en vente pour le même prix que le Roi en donne, ou seulement un sol davantage ; cela fera que tout le monde ou la plus grande partie s'en pourvoiront à leurs dépens, autrement il est bien sûr qu'on

les verra manquer partout et peut-être en quelque pressante occasion.

Il n'y a point d'armes dans les magasins du château et très peu de poudre ; c'est un abandon et un manquement de toutes choses qui n'est pas concevable. Je me donnerai cependant bien de garde de vous en envoyer un inventaire apostillé comme j'ai fait de celui de Belle-Ile, croyant vous faire plaisir ; vous recevez trop durement ce que l'on fait pour vous aider ; il faut s'en corriger.

Cinq ou six personnes de qualité du pays, gens d'arrière-ban, me vinrent trouver il y a quelque temps, avant que M. le maréchal eût reçu ses lettres pour le commandement des troupes de terre, pour me dire qu'on leur avait ôté les aides qui avaient ci-devant fait partie de leurs compagnies, ce qui ferait qu'au lieu de les avoir complètes à quarante maîtres à la fin d'avril, ils prévoyaient qu'elles ne le seraient pas à vingt. M'étant enquis de ce que c'était que ces aides, ils me dirent que c'étaient les bourgeois des villes qui possédaient des terres nobles, qui avaient accoutumé en cas pareil de payer de pauvres gentilshommes pour servir en leur place ; sur quoi je leur dis d'écrire à M. de Chaulnes ; ils me dirent qu'ils l'avaient fait, mais qu'il ne répondait point ; je leur dis de recommencer. Depuis, j'en ai averti M. le maréchal. Je crains fort que ces milices ne soient pas complètes ; mon dit sieur le maréchal m'a pourtant dit qu'il comptait sur dix à douze mille hommes et m'en a fait le détail ; si cela est, je tiens Brest bien en sûreté du côté de la terre.

Le lieutenant de roi, qui commande au château [1], me paraît honnête homme et fort appliqué, qui se donne bien du mouvement, M. de Chaulnes [2] se reposant même sur lui de beaucoup de choses. Les affaires d'Irlande augmenteront apparemment ses soins ; tout cela lui attire un concours de monde chez lui considérable à qui il faut souvent

1. M. de Cintré.
2. Gouverneur de la Bretagne.

mettre la nappe. Il le fait fort honnêtement, mais je sais cependant que les eaux sont basses chez lui; les appointements des emplois de ce pays-ci étant sur un fort petit pied; un peu de bonté pour lui qui pût lui procurer quelque gratification serait très bien employée.

A. G. $\frac{903}{220}$.

6 AVRIL 1689. — VAUBAN A SEIGNELAY. — DE SAINT-MALO.

... Et puisque me voilà sur le chapitre des mauvais ménages, il faut que je vous demande excuse si je prends la liberté de vous dire encore que l'extrême envie d'épargner vous fait souvent commettre de pareilles fautes; pardonnez-moi si j'use de ce terme et, sur cela, souvenez-vous de ce qu'on fait aujourd'hui à Oléron, de ce que vous avez fait de la citadelle de Saint-Martin, de ce que vous avez pensé faire l'an passé à Belle-Ile et de ce que vous avez fait à la forme de Brest, qui l'a pensé perdre, et, *novissime*, au château du Taureau. J'en marquerais encore bien d'autres, mais je veux vous épargner, et ce que je prends la liberté de vous dire est une fois pour toutes; car, après cela, usez-en comme il vous plaira, ce n'est plus mon affaire; mais sachez que le bon ménage de la fortification ne peut et ne doit consister qu'à faire simplement le nécessaire, bâtir solidement et donner le prix juste des ouvrages et rien de plus; voilà en quoi consiste le ménage légitime; le surplus tourne en mesquinerie qui remplit tout de défauts; car, ou ce sont des ouvrages trop affaiblis qui ne durent rien, ou c'est le retranchement sur le nécessaire qui fait tort à la fortification de la place, et au bout du temps le Roi y perd en temps considérable plus qu'il n'y gagne.

S. T. *Corr. de Vauban.*

---

12 JUIN 1689. — LOUVOIS A VAUBAN. — DE VERSAILLES.

J'ai vu des lettres de Bruxelles qui portent que le gouverneur des Pays-Bas avait reçu des plans que l'on pré-

tend qui viennent de votre cabinet de Lille, et qu'il avait donné ordre qu'on les copiât diligemment pour les renvoyer. Je vous prie d'examiner ce qui en est et par la faute de qui cela peut être arrivé.

A. G. $\frac{859}{349}$.

---

26 JUIN 1689. — LOUVOIS A VAUBAN. — DE VERSAILLES.

J'apprends qu'il est arrivé depuis quelques jours une troupe de comédiens à Dunkerque ; comme il ne convient pas de souffrir ces sortes de gens dans cette place en ce temps-ci, l'intention du Roi est que vous leur ordonniez d'en sortir incessamment.

A. G. $\frac{851}{318}$.

---

2 JUILLET 1689. — VAUBAN A LOUVOIS. — DE DUNKERQUE.

...M. d'Amblemont, capitaine de vaisseau et fort brave homme, est sorti de ce port, le 28 du passé, avec une flûte nommée *le Profond,* qu'on dit être bonne voilière, montée de quarante pièces de canon et de trois cents hommes d'équipage, et trois frégates, dont l'une de vingt-huit pièces de canon, l'autre de vingt-quatre et l'autre de quatorze. Le 30 au matin, ils étaient encore mouillés en rade ; sur les 9 heures, ils appareillèrent et mirent à la voile, et, trois ou quatre heures après, ils prirent deux vaisseaux à la vue de cette ville et mouillèrent de rechef entre les bancs jusqu'au lendemain qu'ils laissèrent aller ces vaisseaux du côté d'Ostende et eux prirent la route du nord. Du depuis nous n'en avons pas ouï parler. Si ces vaisseaux avaient pu être à la mer deux ou trois jours plus tôt, ils auraient pris un convoi de quatorze ou quinze navires qui entrèrent dans Ostende le jour avant leur sortie de ce port...

A. G. $\frac{891}{201}$.

---

6 JUILLET 1689. — VAUBAN A LOUVOIS. — D'YPRES.

... Il y a ici un partisan suisse, nommé Matis, qui est très bon en ce pays et qui le sait parfaitement. Vous l'en-

voyez à Strasbourg, parce que M. de Chamilly le demande ; je dois vous dire qu'il n'y va qu'à regret, parce qu'il ne sait pas ce pays-là et qu'il n'aime point à guerrier contre les Allemands. Il nous serait très propre ici, parce qu'il est fort entendu et sait parfaitement bien le pays, et il eût bien mieux valu de nous le laisser. A. G. $\frac{891}{202}$.

---

27 JUILLET 1689. — LOUVOIS A VAUBAN. — DE VERSAILLES.

Il y a dans la compagnie de dragons de Chevilly un nommé Jean de la Ceau, accusé de s'être défait de sa femme par poison. L'intention du Roi n'étant pas que ce crime demeure impuni, Sa Majesté désire que vous le fassiez arrêter et que vous le fassiez remettre aux gens que le procureur général du parlement de Tournay enverra pour le prendre, sur l'avis que je vous prie de lui en donner, pour le mener dans les prisons de cette dernière place.

A. G. $\frac{853}{268}$.

---

2 AOUT 1689. — LOUVOIS A VAUBAN. — DE VERSAILLES.

Si vous voulez bien m'écrire au mois d'octobre prochain sur les intérêts des sieurs de la Porte et Chermont, Sa Majesté leur accordera à chacun une gratification pour leur tenir lieu d'appointements.

Tout ingénieur qui me laisse entendre qu'il pourrait se donner à un autre maître qu'au Roi ne sera jamais employé dans mon département.

Je ne croyais pas que vous fussiez capable d'imaginer que M. de Lorraine pût prendre la garnison de Mayence prisonnière de guerre ; pour moi, je ne crois point, à moins d'un accident que je ne prévois pas, que les Allemands s'en rendent maîtres d'ici à trois mois.

A. G. $\frac{854}{47}$.

---

8 SEPTEMBRE 1689. — VAUBAN A LOUVOIS. — D'YPRES.

Je n'eus pas hier le temps de me donner l'honneur de vous écrire, Monseigneur, parce que je fus visiter la ligne

et établir des postes à Commines et Warneton, pour empêcher, s'il est possible, les ennemis de faire passer des postes en deçà.

J'y ai établi en même temps pour commandant le sieur de Clodoré, capitaine de Champagne, qui aura soin de tous ces postes; il me paraît intelligent et bon officier.

Le bataillon de Launay, de Picardie, arriva ici avant-hier et le régiment de Clérambault en sortit hier fort beau et en bon état, avec un très joli colonel à la tête. Si M. de Calvo en avait bien des pareils, je suis bien trompé si M. de Gastanaga faisait grand séjour dans la chatellenie de Lille.

A. G. $\frac{891}{205}$.

---

20 SEPTEMBRE 1689. — VAUBAN A LOUVOIS. — D'YPRES.

A l'égard des dix canonniers que j'ai fait venir de Dunkerque, c'est un emprunt que j'ai seulement fait pour le temps que les ennemis seraient, à portée de nous, venu faire quelque fanfare, n'ayant pas un seul homme capable de mettre le feu sur une pièce de canon. Je n'ai pas cru que de telles minuties valussent la peine de vous rompre la tête pendant que vous l'avez pleine des plus grandes affaires de l'Europe. Mais oserais-je vous demander, Monseigneur, d'où vient que vous vous réveillez sur un rien comme cela et que vous ne m'avez pas dit un mot sur la conduite que j'ai tenue ici sans mission pendant la proximité des ennemis? Ai-je bien ou mal fait d'avoir formé l'inondation de Menin, gardé les bords de la Lys depuis ledit Menin jusqu'au pont de Frelinguen et, enfin, empêché la contribution de passer la Lys?

Il me semble que cela vaut bien le remuement des dix canonniers qu'on renverra demain ou après.

A. G. $\frac{891}{206}$.

---

24 SEPT. 1689. — LOUVOIS A VAUBAN. — DE VERSAILLES.

Le Roi a été informé que le sieur de la Motte, capitaine de mineurs, après avoir très bien servi pendant le siège

de Mayence, s'est avisé, en sortant, de dire que sa conscience ne lui permettait plus de servir sans faire d'exercice de son ancienne religion. Sa Majesté m'a commandé de vous en donner avis, afin que vous lui mandiez le vôtre sur ceux que vous croiriez les plus capables de remplir sa place [1].

A. G. $\frac{857}{170}$.

---

3 oct. 1689. — Louvois a Vauban. — De Versailles.

J'ai reçu, avec votre lettre du 20 du mois passé, le mémoire qui l'accompagnait, que le Roi a trouvé fort bien raisonné, mais que Sa Majesté a jugé qu'il n'est pas possible d'exécuter [2].

A. G. $\frac{858}{79}$.

---

10 octobre 1689. — Louvois a Vauban.
De Fontainebleau.

J'ai reçu, avec votre lettre du 2 de ce mois, le mémoire de la dépense que vous avez payée pour la rupture des ponts de Commines à Warvick et pour en avoir fortifié les têtes; je l'envoie présentement à M. de Bagnoltz et lui mande que l'intention du Roi est qu'il vous fasse rembourser de 351 livres 15 sous, à quoi elle se monte par les états.

Vous avez une grande inclination à me quereller quand vous dites que je suis longtemps à vous répondre sur l'ou-

---

1. La Motte avait succédé, dans le commandement de la compagnie de mineurs, à Goulon qui était également passé à l'étranger après la révocation de l'Édit de Nantes, parce qu'il était protestant et craignait d'être inquiété. Sa succession fut demandée par M .de Lesgontail (Louvois à Vauban, 28 octobre 1689) et M. de Cladesch, ingénieur à Charlemont (Louvois à Vauban, 4 octobre 1689). Mais elle fut donnée à M. Camelin, du corps de l'artillerie.

2. Le colonel Augoyat pense que le mémoire dont il est ici question est celui qui a pour titre : *L'importance dont Paris est à la France, et le soin qu'on doit prendre de sa conservation*. Ce mémoire aurait été composé pendant les loisirs relatifs que lui laissait son commandement de la Basse-Flandre.

vrage couronné de Dunkerque, et c'est avec d'autant plus de tort que, dès que j'ai reçu la carte que j'avais demandée, j'ai écrit qu'on y travaillât.

A. G. $\frac{858}{236}$.

---

24 DÉC. 1689. — LOUVOIS A VAUBAN. — DE VERSAILLES.

Je ne m'attendais pas que, sachant la part que je prends à votre santé, j'aurais de pareilles nouvelles par d'autres que vous. Le Roi ne veut point que vous pensiez aller à Ypres, à Dunkerque et Calais ; Sa Majesté désire que vous vous rendiez ici.

A. G. —.

---

27 DÉCEMBRE 1689. — VAUBAN A LOUVOIS.
DE LA CITADELLE DE LILLE.

Le chevalier de Lerrette m'est venu trouver, Monseigneur, pour me dire qu'il avait un de ses parents à l'extrémité et duquel il pouvait espérer quelque bien s'il se trouvait auprès de lui avant son décès, mais qu'il n'osait le faire par la crainte qu'il avait que vous ne le trouvassiez mauvais. Comme il m'a fait entendre que cette succession lui pouvait être avantageuse, j'ai pris la liberté, Monseigneur, de vous écrire celle-ci en sa faveur pour vous supplier très humblement d'agréer ce voyage, qui ne durera qu'autant qu'il vous plaira ; vu même qu'il n'y a pas grand'chose à faire à Menin présentement, où il y a encore deux autres ingénieurs, et que, d'ailleurs, il est un très honnête garçon et brave soldat qui s'acquite fort bien de son devoir.

A. G. $\frac{1113}{97}$.

ANNÉE 1690.

Vauban continue à être malade; il va à Bazoches pour se soigner. — Sa correspondance avec deux habitants de Saint-Malo. — Il est guéri par un remède que lui donne un soldat et revient à la Cour le 1er juin — Il revient à Bazoches en septembre.

Le 3 novembre, le marquis de Seignelay meurt. Sa charge de secrétaire d'État de la marine est donnée à M. Phelypeaux de Pontchartrain; mais le Roi en détache les places fortes de l'ancien domaine et les ports de mer pour les réunir au département de Louvois.

3 JANV. 1690. — LOUVOIS A VAUBAN. — DE VERSAILLES.

J'ai reçu votre lettre du dernier du mois passé, par laquelle, en même temps que je suis fâché de voir que vous vous soyez laissé manger par la fièvre que vous auriez pu chasser avec un peu de quinquina, je suis très aise que vous ayez pris le parti de vous envenir. Si cette lettre vous trouve encore à Lille, je vous prie d'en partir au plus tôt pour vous rendre à Paris, où j'aurai bien de la joie d'apprendre que vous soyez arrivé et où vous trouverez tous les secours dont vous pourrez avoir besoin, et de mon quinquina avec profusion, si les médecins jugent que vous en deviez prendre..... A. G. $\frac{910}{51}$.

---

4 JANV. 1690. — LOUVOIS A VAUBAN. — DE VERSAILLES.

Sur le compte que j'ai rendu au Roi du mauvais état de votre santé, Sa Majesté m'a commandé de vous mander de partir de Lille, toute affaire cessante, pour venir à Paris, où assurément vous trouverez de plus habiles médecins qu'au lieu où vous êtes. A. G. $\frac{910}{52}$.

---

5 JANV. 1690. — LOUVOIS A VAUBAN. — DE VERSAILLES.

J'ai reçu, avec votre lettre du 28 du mois passé, le mémoire qui y était joint. Vous me parlez si superficielle-

ment de l'état de votre santé que je ne suis pas content de ce que vous m'en écrivez. Je vous prie de m'en mander des nouvelles fort en détail. J'ai lu votre mémoire[1] où j'ai trouvé de fort bonnes choses; mais, entre nous, elles sont un peu outrées; j'essaierai de les lire à Sa Majesté.

A. G. $\frac{910}{72}$.

---

25 MARS 1690. — VAUBAN A LOUVOIS. — DE BAZOCHES[2].

J'ai reçu, Monseigneur, celle dont il vous a plu de m'honorer du 14 de ce mois. Je n'ai plus que trois jours à prendre du lait de vache pour achever le nombre de vingt, moyennant quoi je suis persuadé que M. Ceron sera content de moi. Il m'a très bien fait, aussi bien que le lait d'ânesse et, hors quelques faiblesses qui me restent encore dans les jambes et un peu de maigreur, je commence à me très bien porter et ne doute plus du retour de ma santé, espérant d'être bientôt en état de pouvoir obéir à vos ordres, ce que je souhaite très passionément.

J'entretiens quelque commerce de lettres avec deux des principaux bourgeois de Saint-Malo, dont l'un est syndic de la ville, savoir le sieur d'Ebricourt-Heurtaut, et l'autre connétable, qui est un emploi équivalant à peu près à la charge de major. Ce sont de fort honnêtes gens qui ont de l'esprit et aisés de 12 à 15 mille livres de rentes chacun, spécialement le connétable qui passe dans ce pays-là pour un très homme de bien. Vous verrez, Monseigneur, combien ils se plaignent des passeports que l'on donne trop légèrement aux vaisseaux ennemis en vue d'un commerce qu'ils prétendent nous être beaucoup plus préjudiciable

---

1. Ce mémoire avait pour objet le *Rappel des huguenots*. Il fait partie du tome Ier des *Oisivetés de Vauban* et son titre indique qu'il fut adressé à feu M. de Louvois en décembre 1689.

2. JAL, dans son *Dictionnaire historique*, cite comme ayant vécu au château de Bazoches, en 1690, Louis le Prestre, abbé de Brantôme, abbé de Belleville en Beaujolais et prieur de Saint-André de Cusagne, qui a signé à Bazoches, sous le nom de *L'abbé de Vauban*, trois actes, aux dates du 3 décembre 1689, 24 décembre 1690 et 23 août 1692. Ce Louis le Prestre était fils de Paul de Vauban et par conséquent neveu de Sébastien.

qu'utile et qui nuit extrêmement aux corsaires aussi bien que les traverses qu'on leur fait d'ailleurs.

On me mande fort souvent la même chose de Dunkerque, et, comme je suis de leur opinion, je suis très souvent tenté de le mander. D'en écrire à M. de Seignelay, je n'en serais pas cru, et de le faire à vous, je crains toujours que vous ne me rebutiez comme d'une chose dont vous ne voulez pas vous mêler. Cependant, pour peu que vous le souhaitiez, je vous avertirai de tout ce que j'en apprendrai; car je crois qu'il est important, notamment dans une conjoncture comme celle-ci, que le Roi soit averti de tout; mais ayez la bonté de me garder le secret, et que la chose demeure entre vous et moi. Ce qui soit dit avec tout le respect que je dois, je suis bien sûr que si la caprerie était menée vigoureusement et avec connaissance de cause, tant par les vaisseaux du Roi que par ceux des particuliers, cela vaudrait beaucoup mieux que toutes les fausses apparences de commerce qui ne font qu'assurer le véritable des ennemis. A. G. $\frac{945}{88}$.

---

2 MAI 1690. — LOUVOIS A VAUBAN. — DE MARLY.

J'ai reçu votre lettre du 25 du mois passé. Je me réjouis avec vous du meilleur état de votre santé.

Comme ce qui regarde la caprerie n'est pas de mon département, il vaut mieux que vous écriviez à M. de Seignelay de ce qui se fait à Saint-Malo qu'à moi qui n'en peux faire aucun usage. A. G. $\frac{918}{44}$.

---

18 MAI 1690. — LOUVOIS A VAUBAN. — DE VERSAILLES.

J'ai reçu la lettre que vous avez pris la peine de m'écrire, le 9 de ce mois, par laquelle j'ai vu avec plaisir la continuation du bon état de votre santé, dont rien ne m'a tant persuadé que le mémoire que vous avez fait sur Landau.

Le Roi juge à propos, lorsque votre santé vous permet-

tra de partir de chez vous, que vous vous en reveniez ici, où, après un séjour de huit ou dix jours pour satisfaire à ce que M. de Seignelay et moi pouvons désirer de vous, l'intention de Sa Majesté sera que vous passiez à Guise où vous ferez venir tous les ingénieurs du Hainaut pour vous rendre compte de l'état de leurs places et pouvoir former vos mémoires sur ce qu'il y aura encore à faire; après quoi, passant par Cambray, Valenciennes, Condé, Tournay, Lille et Ypres, vous pourrez faire venir les ingénieurs du côté de la mer; vous pourrez gagner Montreuil en passant par Béthune et Aire. Sa Majesté désire que vous séjourniez à Montreuil, qui est un bon air, jusqu'à ce qu'on voye ce que le prince d'Orange deviendra; car s'il mettait pied à terre en Flandres, le Roi voudrait que vous allassiez à Dunkerque, et, s'il tournait ses pas d'un autre côté, vers le 10 ou 12 août, Sa Majesté vous enverrait faire un tour à Sedan, où vous manderez les ingénieurs de Dinan et de Charlemont, et de là à Luxembourg, Thionville et Sarrelouis, d'où vous passeriez au Mont-Royal, si on pouvait le faire sûrement; sinon, vous y feriez rendre les ingénieurs et ensuite iriez à Landau et, de là, vous retourneriez chez vous en passant par Huningue [1]...

A. G. $\frac{919}{20}$.

1er JUIN 1690.

Le 1er du mois de juin, on vit reparaître à la Cour le célèbre Vauban, qui était malade depuis sept ou huit mois et qui, à la honte de tous les médecins, n'avait pu être guéri que par un remède qui lui fut donné par un soldat.

MÉMOIRES DE SOURDIS, t. III, p. 243.

---

1. La correspondance de Vauban ne permet pas de savoir si ce petit voyage de convalescence que lui proposait Louvois s'est accompli. — En tous cas, Vauban était revenu à Bazoches en septembre.

6 NOVEMBRE 1690. — LOUVOIS A VAUBAN. — DE.....

Le Roi m'ayant commandé de me charger des fortifications des places dont M. de Seignelay avait la direction, même celles des ports de mer, j'ai un grand besoin de votre assistance pour essayer de mettre un ordre à ce que vous savez qui n'en avait pas trop; ce qui me fait vous prier, si votre santé vous le permet, de venir ici le plus tôt que vous pourrez, sans rien précipiter.

A. G. $\frac{930}{138}$.

---

14 NOV. 1690. — VAUBAN A LOUVOIS. — DE BAZOCHES.

J'ai reçu, Monseigneur, hier à midi, les deux que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire, du 4 et 7 de ce mois; je ne sais quel chemin on fait prendre à vos lettres, mais je ne les reçois que longtemps après qu'elles sont écrites; il faut qu'il y ait là de la faute des maîtres de postes, puisque celle du 4 qui ne devait être que trois ou quatre jours en chemin y en a été huit ou neuf. Je soupçonne qu'il y a quelque négligence du maître de la poste d'Auxerre, mais je n'en suis pas assuré; ayez la bonté, s'il vous plaît, d'y mettre ordre, car les précédentes à celle-ci avaient déjà retardé autant, et il n'est pas agréable que je ne puisse pas vous servir aussitôt que vous le désirez par la faute de ces messieurs-là.....

Je vous suis très obligé, Monseigneur, de l'honneur que vous me faites de vouloir bien me demander avis sur le remplacement de M. Morillon; je vous avoue que j'ai grand regret de le perdre; très exact dans son devoir, de bonne vie et de bonnes mœurs, nullement intéressé et très aisé à vivre.

Je me donnerai bien garde de mésuser de la grâce que vous me faites et je vous dirai mon avis sincèrement sur cela comme sur autre chose. Vous ne sauriez mieux remplacer M. Morillon que par M. de la Mothe, major de la

citadelle [1], vieil officier et brave soldat qui entend parfaitement le service de cette place et qui en sait assurément mieux le fort et le faible qu'un autre. Outre que sa charge de major le met en droit d'y prétendre, j'oserai prendre la liberté de vous dire que, quand il ne le serait pas, le Roi ne saurait être trompé à son choix. Si vous faites monter le major, il faudra, en même temps, remplir sa place ; pour cela, je ne sais que deux sujets à vous proposer, tous deux très bons. L'un est mon cousin [2], aide-major de Douai, et j'ose encore vous dire brave officier. S'il ne savait pas faire la charge de major d'une citadelle, il aurait grand tort, puisqu'il y a plus de six ans qu'on peut dire qu'il fait celle de Douai, qui est une grande ville. Enfin, il y a quinze ou seize ans qu'il est aide-major, et c'est assez pour pouvoir prétendre bientôt au doyenné de ces charges ou quelque chose d'approchant.

Au cas que ce sujet-là vous plût, il serait juste de donner son emploi à Saint-Vincent, qui pourrait trouver là 3 ou 400 # plus qu'il n'a à la citadelle; mais, s'il ne vous plaît pas, je crois être obligé en conscience de vous dire que ledit Saint-Vincent est en droit d'espérer que vous aurez la bonté de vous souvenir de lui en cette rencontre. Il est très bon officier et il y a au moins vingt ans qu'il est aide-major, soit à la ville, soit à la citadelle de Lille, et je ne

1. On voit, en effet, sur l'*État de la France* des années suivantes, au chapitre des GOUVERNEMENTS, que la citadelle de Lille, dont Vauban possédait le gouvernement depuis quelques années, eut pour lieutenant de roi M. de la Mothe, chevalier de Saint-Louis, et pour major M. de Vauban, le cousin dont il va être parlé plus loin. M. de la Mothe ne doit pas être confondu avec l'ingénieur Gabriel de la Myre, seigneur de la Motte-Seguier, qui était mort, dès 1685, à Pignerol, où il faisait les fonctions de lieutenant de roi.

2. Sans doute Antoine Le Prestre de Vauban-Dupuis, neveu à la mode de Bretagne de Vauban et qui était attaché à lui, depuis 1672, comme ingénieur et lieutenant du régiment de Normandie. Il fut fait brigadier et chevalier pensionné de l'Ordre de Saint-Louis en 1693, maréchal de camp en 1702, gouverneur de Béthune en 1704, lieutenant-général en 17..., et mourut à Béthune en 1731, ayant soixante-douze ans dont cinquante-huit passés au service. Il avait perdu en 1676, au siège d'Aire, un frère aîné, qui était aussi ingénieur et capitaine au régiment de Champagne. Celui-là, selon Jal, avait été capitaine des portes de la citadelle de Lille.

sais rien qui doive l'éloigner de cette grâce, après laquelle il y a longtemps qu'il soupire.

Si le Roi agrée l'un ou l'autre de ces sujets, on pourra très bien remplacer Saint-Vincent par le bonhomme La Viarde, capitaine des portes de la citadelle [1] ; c'est l'homme le plus sage et, je puis dire, le plus saint et le plus attaché à son devoir que je connaisse, qui a bon esprit et qui, d'ailleurs, est capable de tout ce à quoi on le voudra mettre, et surtout d'une grande exactitude pour tout ce qu'on lui ordonnera. Il a encore deux fils, fort bien faits, dans les gardes du corps.

S'il vous plaît de donner la charge d'aide-major au capitaine des portes, je vous demande ce dernier emploi pour mon premier dessineur, le sieur Godignon : il n'est pas méchant ingénieur ; du moins, il sait aussi bien se faire taper qu'un autre, puisqu'il eut la cuisse cassée d'un coup de mousquet au siège de Puycerda, blessure qui l'arrêta près de dix-huit mois et dont il était encore fort incommodé lorsque je le pris. Il y avait six ou sept ans qu'il servait sous Lamothe la Myre [2], si bien qu'en voilà du moins vingt de bon compte. En surplus, Monseigneur, je n'ai que la voie des bienfaits du Roi pour pouvoir récompenser ceux qui l'ont servi longtemps avec moi, et je puis vous assurer qu'il n'y a pas de pain mieux gagné que le leur, car, quand je suis en état de servir, le loisir est fort inconnu parmi eux ; je vous supplie donc d'avoir la bonté de me procurer cette grâce et d'être persuadé de la reconnaissance et du respect avec lequel je suis... A. G. $\frac{221}{27}$.

---

1. Ce changement n'eut pas lieu, puisque La Viarde figure encore en 1698 comme capitaine des portes.

2. Gabriel de la Myre, seigneur de la Motte-Seguier et autres lieux, né le 12 octobre 1632, mousquetaire en 1660, capitaine au régiment de Rambures en 1665, puis aux gardes du Dauphin, se signala au siège de Lille comme ingénieur en conduisant l'attaque malgré ses blessures, fut nommé lieutenant de roi à Ath en 1675, à Perpignan en 1679, puis à Pignerol (dont il avait été major depuis 1666) le 26 octobre 1681, et mourut dans cette dernière place le 20 mars 1685. (La Chenaye-des-Bois, *Dictionnaire de la noblesse;* Jung, *Le Masque de fer*, p. 146.)

MINES, EXPLOSIFS, ETC.

Nouveau pétard de chemins de fer en Autriche-Hongrie (*Mittheilungen ü. G. d. A. u. G. Wesens*, 6. Heft, 1899).

Les pétards pour signaux employés par les chemins de fer doivent satisfaire à des conditions multiples :

Produire une détonation assez forte pour attirer, dans tous les cas, l'attention du mécanicien, sans projeter d'éclats à trop grande distance ;

Posséder une sensibilité suffisante pour détoner sous le passage du train, pas assez grande cependant pour donner lieu à des explosions prématurées dans les transports ;

Résister à l'action du temps, de l'humidité, du froid, de la chaleur, en particulier à l'insolation ;

Se fixer rapidement et commodément sur le rail.

Le pétard adopté en Autriche en 1894 renferme une charge de 0,75 g d'un mélange de fulminate de mercure, sulfure d'antimoine, chlorate de potasse et poudre à tirer, renfermée dans un tube de verre, plus un mélange de 1,6 g de fulminate et 2,4 g de chlorate de potasse réparti entre 8 capsules de cuivre. Le tout est renfermé dans une enveloppe en métal de forme sensiblement parallélipipédique ; un ressort d'acier, en fer à cheval, permet de fixer le pétard sur le champignon du rail d'une façon aussi commode que rapide.

Ce pétard se conserve dix années au moins : il ne détone pas lorsqu'on le projette contre un corps dur ; il supporte une immersion de huit jours dans l'eau ; enfin, on peut, sans inconvénient, le faire passer deux fois de suite par des alternatives de températures de + 60° à — 15°.

Ce pétard satisfait donc à la plupart des conditions énumérées plus haut ; toutefois, il présente l'inconvénient de projeter des éclats à des distances de 30 à 35 m sur les côtés de la voie et à 40 m en avant.

Le Comité militaire technique de Vienne, saisi de l'étude des

moyens à employer pour remédier à ce défaut, a procédé à divers essais.

Il a diminué la charge, mais l'explosion n'était plus assez bruyante.

En remplaçant le métal par le celluloïd, on se heurtait à des inconvénients multiples : durée de conservation réduite à dix-huit mois, imperméabilité insuffisante, projection de flammèches susceptibles de donner lieu à des incendies.

On a pensé à un écran adapté aux roues de la locomotive ; il a fallu y renoncer à cause de la gêne qui en résultait pour le passage des points spéciaux de la voie.

On s'est arrêté à un procédé qui consiste à envelopper le pétard d'une sorte de masque en forme de gouttière, en tôle d'acier emboutie.

L'expérience a montré que ce dispositif procure une protection absolue latéralement à la voie. En avant, elle n'est pas aussi complète ; toutefois 92 p. 100 des éclats sont retenus à une distance de 4 m au plus.

A part l'augmentation de volume et de poids, ce pétard donne donc toute satisfaction. Il a été adopté en Autriche et protégé par des brevets dans la plupart des pays civilisés.

PÉRIODIQUE.

Allumeur de sûreté pour mines grisouteuses (*Ann. des mines*, 12 p., 1898).

La commission du grisou a expérimenté avec succès un allumeur de sûreté de MM. Davey Bickford pour mines grisouteuses. Il consiste en une sorte de cartouche métallique qui coiffe le cordeau et que l'on allume à l'aide d'un pistolet. La capsule enflamme du pulvérin appliqué sur une hélice en laiton et par suite la mèche. Les gaz ne peuvent sortir dans l'atmosphère qu'en traversant un tissu métallique très fin, de 10 mailles au mm^3 ; il sont assez refroidis pour ne pouvoir enflammer le grisou.

NÉCROLOGIE

Le général de division BRESSONNET

Le général de division François-Antoine Bressonnet, grand-croix de la Légion d'honneur, est décédé le 14 août 1899 à Cour-sur-Loire (Loir-et-Cher).

Célébrée le 26 octobre, à Paris, en l'église Saint-Sulpice, la cérémonie funèbre avait attiré une nombreuse assistance dans laquelle le corps du génie était largement représenté.

Une magnifique couronne, offerte par les engagés conditionnels de 1873-1874, témoignait des sentiments de respectueuse affection que l'ancien colonel du 3e régiment du génie avait su inspirer et conserver.

Au cimetière Montparnasse, le général de division Borius a retracé la carrière particulièrement brillante de celui qui le précédait encore il y a environ dix ans à la tête du comité technique du génie.

Puis le général de division Béziat, camarade de promotion et compagnon d'armes du défunt, a rappelé en termes émus les qualités privées de l'ami : sa bonté, son extrême bienveillance surtout pour les humbles, la sûreté de ses relations, sa fidélité constante dans ses affections, l'élévation de ses sentiments et la droiture de son caractère, qui commandaient le respect et lui gagnaient toutes les sympathies.

En voyant se briser les liens d'une étroite amitié de plus de cinquante ans, le général Béziat n'a trouvé « d'adoucissements à de si grands déchirements de cœur que dans l'espérance d'aller retrouver un jour dans un monde meilleur, pour ne plus en être séparés, tous ceux que nous avons aimés ».

Enfin, M. Haton de la Goupillière, inspecteur général des mines, membre de l'Institut, président de la Société de secours mutuels du quartier de l'Odéon, a rappelé le concours, aussi éclairé que charitable, apporté par le général Bressonnet à cette œuvre de bienfaisance dont il était l'un des administrateurs.

Nous reproduisons ci-après l'allocution de M. le général Borius :

« Messieurs,

« Je viens adresser un dernier adieu au général Bressonnet au nom du corps du génie dont il fut l'un des chefs les plus brillants et les plus aimés, et, en particulier, au nom du comité du génie, auquel il a appartenu pendant près de douze ans et qu'il a présidé du 6 mai 1881 au 8 juillet 1889.

« Né le 8 juillet 1824, à Montbard, Bressonnet sortait à vingt et un ans de l'École polytechnique et embrassait la carrière militaire, où l'appelait une véritable vocation.

« Lieutenant au 1er régiment du génie à Metz, il y était signalé de suite comme possédant au plus haut degré toutes les qualités de l'homme de guerre.

« Aussi, dès sa nomination au grade de capitaine, était-il envoyé en Afrique, où la tâche des officiers du génie était alors si rude.

« Il y resta neuf ans, sans autre interruption que le temps qu'il passa en Crimée.

« Successivement attaché aux places de Tenès et d'Orléansville, puis chef du génie à Sidi-bel-Abbès, il y dé-

ploya constamment les plus belles qualités de l'ingénieur et du soldat.

« Le 27 janvier 1855, il était appelé à l'armée d'Orient et, du 21 février au 8 septembre de la même année, ne cessa pas un instant de prendre part aux opérations les plus actives du siège de Sébastopol.

« Pendant cette période si glorieuse pour nos armes, le capitaine Bressonnet monte quarante-quatre jours de tranchée de vingt-quatre heures, cinq jours de tranchée de douze heures : il assiste à toutes les ouvertures de tranchée et remplit fréquemment les fonctions de chef d'attaque. Dès le début, ses remarquables qualités, son énergie et son courage attirent l'attention de tous ; aussi, dès le 11 avril, est-il fait chevalier de la Légion d'honneur.

« Quelques semaines après, c'est lui qui dirige, le 8 juin, comme chef d'attaque, l'organisation du Mamelon-Vert, sous le feu concentré de toutes les batteries de la gauche.

« Dix jours plus tard, le 18 juin, il est en tête de la colonne d'assaut commandée par le général d'Autemare et pénètre l'un des premiers dans la place, en forçant une embrasure de la batterie du bastion Gervais.

« Le capitaine Bressonnet, en quittant la Crimée le 13 mai 1856, sollicita, comme récompense des beaux services qu'il venait de rendre, l'honneur de servir de nouveau en Afrique.

« Les qualités d'ingénieur dont il fit preuve dans ce nouveau poste, comme sa conduite si brillante devant Sébastopol, furent justement appréciées par le comité des fortifications qui, dès la fin de 1856, l'inscrivait sur le tableau d'avancement au grade de chef de bataillon.

« Attaché à l'état-major général du génie de l'armée d'Italie, il trouva encore, à Magenta et à Solférino, l'occasion de montrer les plus belles qualités militaires.

« Nommé au grade supérieur le 27 juin 1859, à trente-quatre ans, il fut appelé au commandement d'un bataillon du 1er régiment du génie et, pendant quatre ans, s'y fit noter « comme un officier de troupe modèle, dont « l'exemple était le mieux fait pour diriger et stimuler « les jeunes officiers ».

« En 1863, la campagne du Mexique fournissait au commandant Bressonnet une nouvelle occasion de mettre en relief la grande expérience qu'il avait acquise par ses importantes fonctions du temps de paix et ses beaux services de guerre.

« Nommé, le 16 juin 1863, à l'état-major du génie du corps expéditionnaire, il ne cessait, du 12 août de cette année au 24 avril suivant, de guerroyer à l'intérieur du pays.

« Le 29 janvier 1864, il se trouvait à l'attaque de vive force et à la prise de Téocaltiche ; puis, prenait part à l'expédition contre Oajaca, dont il dirigeait les premiers travaux d'investissement et de siège, et où « sa remar- « quable habileté, son activité infatigable, son énergie à « toute épreuve » étaient particulièrement signalées par le général en chef et lui méritaient une citation à l'ordre de l'armée.

« De tels services ne pouvaient manquer d'être récompensés : le 11 février 1864, il recevait la croix d'officier de la Légion d'honneur et, le 12 août suivant, il était nommé lieutenant-colonel.

« Appelé, le 26 septembre 1864, aux fonctions de chef d'état-major du génie du corps expéditionnaire, il était fait, l'année suivante, officier de l'Ordre de la Guadalupe et, le 2 mars 1867, il était nommé colonel, à l'âge de quarante-deux ans.

« La guerre de 1870 trouva le colonel Bressonnet à la tête du 3e régiment du génie qu'il commandait depuis le 27 août 1869, après avoir été, pendant deux ans, directeur des fortifications à Brest.

« Nommé chef d'état-major du génie de la garde impériale, il assiste aux combats et aux batailles devant Metz, apportant, comme toujours, à l'accomplissement de ses devoirs toutes ses forces, toute son intelligence et aussi tout son patriotisme.

« Rentré de captivité, il prend, le 11 avril 1871, à l'armée de Versailles, les fonctions de chef d'état-major général du génie et prend part à toutes les opérations du siège de Paris.

« Le 20 avril, il est nommé commandeur de la Légion d'honneur. .

« Le 13 juillet 1871, le colonel Bressonnet reprenait, à Arras, le commandement du 3e régiment du génie, auquel il imprimait rapidement le meilleur esprit, sachant se faire aimer, respecter et obéir de tous.

« Il recevait les palmes d'officier de l'Instruction publique le 31 janvier 1873.

« Nommé général de brigade le 4 novembre 1874, il occupe successivement les fonctions de directeur supérieur du génie à Nantes, puis à Besançon et enfin celles de gouverneur de cette place.

« Élevé au grade de général de division le 6 juillet 1878, il conserva ces dernières fonctions jusqu'au 14 janvier 1880, époque à laquelle il fut nommé au commandement du gouvernement militaire de Paris.

« Pendant toute cette période, le général Bressonnet apporta à la reconstitution des défenses de nos frontières le concours le plus actif et le plus éclairé.

« Son œuvre fut justement appréciée par toutes les sommités militaires de l'époque.

« Mais nul n'a su mieux faire ressortir les brillantes qualités qu'il déploya pendant toute sa carrière que le général Doutrelaine, son chef au siège d'Oajaca et son prédécesseur à la présidence du comité des fortifications, qui s'exprimait ainsi à son sujet :

« Le général Bressonnet est un officier d'un rare mérite.

« Plein d'ardeur et d'énergie, son dévouement est à toute « épreuve ; son activité, en guerre comme en paix, est « infatigable et le bien du service sa constante préoccupa- « tion. — Il commande avec beaucoup d'autorité, tout en « montrant une grande bonté à ses inférieurs qu'il entraîne « par les exemples qu'il leur donne, ainsi que par l'affec- « tion et le respect qu'il leur inspire..... Nous comptons « peu de généraux aussi accomplis et aussi capables de « rendre, en toutes circonstances, d'importants services ; « et il faut ajouter qu'il en est peu d'aussi désintéressés, « d'aussi modestes et d'aussi dignes. »

« Le 6 mai 1881, le général Bressonnet fut appelé à la présidence du comité des fortifications, dont il était déjà membre depuis le 27 octobre 1877.

« Là encore il sut, malgré les difficultés des circonstances, exercer une puissante influence sur toutes les questions intéressant la défense du territoire, l'organisation de nos établissements militaires et la constitution du corps du génie.

« Membre influent du conseil supérieur de la guerre, sa voix y était toujours écoutée, ses sages avis y prévalaient souvent.

« Le 15 février 1887, le Gouvernement fit un nouvel appel à son dévouement et lui confia le commandement du 17e corps d'armée, tout en le maintenant dans ses fonctions de président du comité du génie et de membre du conseil supérieur de la guerre.

« Mais, peu de mois après, le général obtenait son rappel à Paris, où il désirait consacrer tout son temps aux obligations de la présidence du comité du génie.

« Le 11 juillet 1882, il avait été nommé grand-officier de la Légion d'honneur; le 28 décembre 1888, les nouveaux services qu'il venait de rendre étaient récompensés par son élévation à la dignité de grand-croix, brillant couronnement de cette longue carrière, toute d'honneur et de dévouement à son pays.

« Le 8 juillet 1889, atteint par la limite de l'âge de l'activité, le général Bressonnet pouvait enfin goûter un repos bien mérité, après les fatigues de quatorze glorieuses campagnes et le labeur incessant de ses quarante-quatre années de services.

« Il se consacra dès lors entièrement à ses affections les plus chères, à sa femme bien-aimée, à ses deux fils, qui avaient toujours été pour lui l'objet d'une tendre sollicitude et qu'il a eu la joie de voir répondre complètement à toutes ses espérances, et si dignes de l'héritage d'honneur, de patriotisme et de gloire qu'il leur léguait.

« C'est au milieu d'eux, entouré de leurs soins affectueux, qu'il s'est éteint le 14 août 1899, leur laissant la suprême consolation d'une mort chrétienne, conforme aux sentiments de toute sa vie.

« Puissent-ils aussi trouver quelque adoucissement à leur douleur dans les témoignages de respect, d'affection et de regrets qui entourent ce cercueil, certains qu'ils sont, d'ailleurs, que celui que nous pleurons avec eux reçoit là-haut la juste récompense assurée à tous ceux qui ont consacré leur existence au service de leur patrie et n'ont jamais eu d'autre souci que l'accomplissement de leurs devoirs.

« Adieu, mon général, adieu ! »

DIVERS.

J. E. Nunes Cardoso. — *Estudo de promoções*. 1-8, 28 p. — Lisbonne. 1899.

La comparaison des conditions d'avancement dans les différentes armes conduit à des résultats qui dépendent essentiellement du choix des têtes sur lesquelles on le fait porter.

Pour s'affranchir de cet arbitraire, M. Nunes Cardoso, capitaine du génie portugais, gradué en mathématiques, considère un être fictif, dont la carrière représente une sorte de moyenne entre toutes les carrières des officiers existant à un moment donné. C'est une conception analogue à celle de l'*homme moyen*, due au savant Quételet, et qui lui a valu un spirituel badinage de la part de l'auteur d'un *Calcul des probabilités*.

Pour former sa moyenne, l'auteur portugais combine le temps passé dans chaque grade avec un coefficient, au *poids* sensiblement proportionnel à la solde correspondante.

Supposons que le calcul ainsi dirigé conduise à des moyennes égales pour deux armes différentes. Faudra-t-il en conclure que les conditions de l'avancement sont les mêmes de part et d'autre? Évidemment non, si l'on n'a pas vérifié que les listes de promotion ont été épuisées en des temps égaux pour des officiers de même âge. De même que des tireurs, tout en ayant même point d'impact moyen, éparpilleront leurs coups sur des surfaces de cibles bien différentes, selon leur adresse respective. La comparaison ci-dessus suggère d'ailleurs la marche à suivre pour évaluer cette sorte de dispersion de l'avancement : il suffirait d'évaluer la somme des carrés des écarts par rapport à la carrière moyenne et d'en déduire l'écart probable.

Mais ce serait un bien gros travail pour résoudre un problème de pure curiosité, et, tout en signalant à l'auteur ce désidératum de la théorie, nous regretterions réellement de l'y voir sacrifier un temps qu'il a mille occasions de mieux employer.

DOCUMENTS OFFICIELS

ET

ADMINISTRATIFS

DE JUILLET A NOVEMBRE 1899

19 juillet. — *Circulaire concernant l'installation et l'entretien des échelles et escaliers permettant de monter des plates-formes sur les plongées dans les ouvrages de fortification.* (Directions de l'artillerie et du génie ; Bureaux du matériel.) [*In extenso.*]

Messieurs, mon attention a été appelée sur la question de savoir auquel des deux services de l'artillerie et du génie incombent l'installation et l'entretien des escaliers permettant de monter des plates-formes sur les plongées dans les ouvrages de fortification.

Je vous préviens que l'installation et l'entretien des échelles mobiles ou des escaliers sommairement installés sur les talus, dans le but exclusif de faciliter le service des bouches à feu, doivent être à la charge du service de l'artillerie.

Les escaliers établis au moment de la construction des ouvrages, ou postérieurement à cette construction, dans le but de faciliter la circulation générale ou pour les besoins particuliers du service du génie, restent, bien entendu, à la charge de ce dernier service.

23 août. — *Notification d'une autorisation, pour les officiers, de prendre part aux travaux du congrès international des méthodes d'essai des matériaux de construction.* (Cabinet du ministre ; Bureau de la correspondance générale.) [*B. O.*, p. r., p. 605.] (*In extenso.*)

Les officiers qui le désireront sont autorisés à faire partie ou à prendre part aux travaux du congrès international des méthodes d'essai des matériaux de construction de 1900.

5 septembre. — *Témoignage de satisfaction accordé à un capitaine du génie.* — Un témoignage de satisfaction par lettre individuelle est accordé à M. le capitaine Thomas, de la chefferie de Nice, pour l'étude qu'il a présentée à la suite du fonctionnement, pendant l'hiver 1899, de la communication optique Monte-Pigno — Mont-Chauve. (Direction du génie ; Bureau du matériel.) [*B. O.*, p. r., p. 780.] (*In extenso.*)

4 octobre. — *Circulaire autorisant la cession, aux officiers du génie qui en feront la demande, de harnachements spéciaux d'officier existant dans les entrepôts du génie.* (Direction du génie ; Bureau du matériel.) [*B. O.*, p. r., p. 798 et 799.] (*In extenso.*)

MM. les officiers du génie sont informés que, en vue de renouveler les approvisionnements des établissements du génie, des harnachements spéciaux d'officier complets[1] et en bon état de conservation, pourront leur être délivrés tels qu'ils sont, sur leur demande, au prix de 120 francs, c'est-à-dire au prix de la nomenclature P du matériel du génie diminué de 42 p. 100 environ.

Des harnachements de même nature, mais sur lesquels on a constaté des dégradations importantes, telles que panneaux de selle gravement mités, pourront être également délivrés aux officiers du génie suivant un prix arrêté, dans chaque cas, par le Ministre, d'après les propositions des établissements du génie intéressés.

En conséquence, lesdits établissements feront parvenir par la voie hiérarchique, avant le 1er avril et le 1er octobre de chaque année, au Ministre (4e direction, 2e bureau), un état faisant connaître les harnachements spéciaux d'officier à écouler dans le semestre suivant d'après leur état de conservation, et, le cas échéant, le prix particulier à appliquer à ceux de ces harnachements sur lesquels on aurait constaté des dégradations graves.

Les demandes de cession à établir par les officiers du génie devront être adressées également par la voie hiérarchique, au Ministre, aux époques et sous le timbre indiqués ci-dessus par les états à fournir par les établissements du génie. Ces demandes indiqueront le nombre de harnachements à céder et il y sera donné suite dans la limite des ressources disponibles.

Il sera donné connaissance aux officiers du génie des établissements où ils pourront faire choix, eux-mêmes ou par l'intermédiaire d'autres officiers, des harnachements qui seraient à leur convenance.

Les officiers du génie qui se trouvent dans la même place que l'établissement livrancier devront faire prendre livraison des harnachements dont ils auront accepté la cession.

Dans le cas où, au contraire, les officiers destinataires résideront dans une place autre que celle où se trouve l'établissement livrancier, les harnachements leur seront expédiés par les soins de cet établissement.

Les frais de transport et d'emballage seront à la charge de l'État. Toutefois, la valeur des caisses d'emballage provenant de ces envois sera facturée aux officiers cessionnaires qui pourront en disposer à leur gré, à moins que ces officiers ne préfèrent faire

---

1. Ces harnachements comprennent les effets ci-après : bride complète avec licol, selle complète, bissac de campagne, étui porte-avoine.

remettre, à leurs frais, les caisses en question au magasin du génie le plus rapproché de leur garnison.

Ces officiers verseront, d'ailleurs, au Trésor la valeur des harnachements livrés, au titre des reversements de fonds sur les dépenses des ministères, et les récépissés constatant les versements seront adressés, par la voie hiérarchique, au Ministre (4e direction ; 2e bureau).

Des mesures seront prises, au fur et à mesure des cessions, pour remplacer dans les approvisionnements les harnachements spéciaux qui y auront été prélevés.

PROMOTIONS, MUTATIONS ET RADIATIONS

Du 16 octobre au 15 novembre 1899.

ARMÉE ACTIVE.

OFFICIERS.

COLONELS. — Mutations : M. *Joffre,* secrétaire de la commission d'examen des inventions intéressant les armées de terre et de mer, nommé au commandement du 5e rég. à Versailles (10 novembre). — M. *Marmier,* commandant le 5e rég., nommé commandant supérieur de la défense de Bizerte, gouverneur de Bizerte (11 novembre).

LIEUTENANT-COLONEL. — Mutation : M. *Clément de Grandprey,* commandant l'École du génie de Versailles, nommé adjoint au directeur de Versailles (6 novembre).

CHEF DE BATAILLON. — Mutation : M. *Érard,* à Épinal, nommé professeur de fortification à l'École spéciale militaire de Saint-Cyr (25 octobre).

CAPITAINES EN 1er. — Mutations : MM. *d'Arbonneau,* à Rouen, désigné pour Périgueux. — *Lafon,* au 1er rég., désigné pour Rouen (détaché du 3e rég.) [26 octobre]. — M. *Donneaud,* à Valenciennes, désigné pour Nancy (4 novembre). — M. *Jullien* (G. L. E.), à Versailles, nommé faisant fonctions de commandant de l'École du génie de Versailles (6 novembre).

CAPITAINES EN 2e. — Mutations : M. *Pénelon,* breveté, stagiaire à l'état-major du 2e corps d'armée, désigné pour passer en la même qualité à l'état-major du gouvernement militaire de Paris (12 octobre). — MM. *Prangé,* au 1er rég., récemment désigné pour Remiremont et n'ayant pas rejoint, désigné pour Épinal. — *Gosselain,* à Remiremont, récemment désigné pour le 3e rég. et n'ayant pas rejoint, maintenu à Remiremont (26 octobre).— MM. *Thomasset,* hors cadres, en congé, rentrant de mission à la Côte d'Ivoire, réintégré dans les cadres et désigné pour le 1er rég., à Versailles. — *Macaire,* hors cadres, en congé, rentrant de mission à la Côte d'Ivoire, réintégré dans les cadres et désigné pour Dijon provisoirement (10 novembre).

LIEUTENANT EN 1er. — Radiation : M. *Chavagnac,* au 4e rég., démissionnaire (16 octobre).

LIEUTENANTS EN 2e. — Mutations : MM. *Burette,* au 2e rég., désigné pour le 3e rég., à Arras. — *Ribot,* au 3e rég., désigné pour le 2e rég., à Montpellier (26 octobre).

Radiation : M. *Arnaud,* au 2e rég., démissionnaire (30 octobre).

RÉSERVE DE L'ARMÉE ACTIVE.

OFFICIERS.

LIEUTENANT. — Radiation : M. *Saint-Blancat,* démissionnaire (24 octobre).

SOUS-LIEUTENANT. — Radiation : M. *Desclaux,* démissionnaire (24 octobre).

ADJOINTS.

ADJOINTS DE 1re CLASSE. — Mutation : M. *Gonot,* à Brest, désigné pour la direction de Perpignan (11 novembre).

Radiation : M. *Derché,* à Rouen, en non-activité (16 octobre).

ADJOINT DE 2e CLASSE. — Mutation : M. *Perrier,* à Chambéry, désigné pour la direction de Paris (11 novembre).

ADJOINTS DE 3e CLASSE. — Mutations : MM. *Vialis,* hors cadres, en congé, rentrant du Soudan, réintégré dans les cadres et désigné pour la direction de Brest.— *Queyrie,* hors cadres, en congé, rentrant du Soudan, réintégré dans les cadres et désigné pour la direction de Grenoble (11 novembre).

STAGIAIRES. — Mutations : MM. *Philippe,* hors cadres, en congé, rentrant du Soudan, réintégré dans les cadres et désigné pour la direction d'Amiens. — *Blay,* à Bourg, désigné pour la section technique de l'arme à Paris (11 novembre).

ARMÉE TERRITORIALE.

OFFICIERS.

LIEUTENANT. — Radiation : M. *Dumonteil-Lagrèze,* décédé (6 octobre).

SOUS-LIEUTENANT. — Radiation : M. *Monbillard,* démissionnaire (8 octobre).

ADJOINTS.

ADJOINT PRINCIPAL DE 2e CLASSE. — Radiation : M. *Colomb,* décédé (31 juillet).

ADJOINT DE 1re CLASSE. — Radiation : M. *Desroche,* décédé (18 octobre).

ADJOINT DE 2e CLASSE. — Radiation : M. *Coupiac,* décédé (13 octobre).

ADJOINT DE 3e CLASSE. — Radiation : M. *Peiffer,* décédé (1er août).

Le Gérant, CH. NORBERG.

ÉTUDE

SUR LA

FORTIFICATION PERMANENTE

INTRODUCTION

On lit dans un des derniers ouvrages du général Brialmont (*Progrès de la défense des États*, page 202) :

« La guerre franco-allemande avait mis en pleine lumière les défauts des places françaises sous le rapport du tracé, du flanquement, de l'armement, de l'organisation des remparts et des communications à l'intérieur. Le corps du génie, dont les chefs avaient jusque-là repoussé le tracé polygonal et le flanquement par caponnières ou par coffres, entra résolument dans la voie du progrès, etc. »

Le progrès était évidemment ce que le corps du génie avait repoussé auparavant et, en fait, la fortification bastionnée fut traitée, depuis 1871, avec le plus profond mépris ; les officiers du génie, en France, laissèrent croire par la direction donnée à leurs travaux que réellement l'expérience de la guerre l'avait définitivement condamnée ; d'autres militaires semblèrent partager cette idée, si commode pour plusieurs, car elle permettait de cacher derrière le tracé de la fortification bien des défaillances et bien des fautes, et c'est ainsi que s'est formée, sans protestations, l'opinion rapportée par le général Brialmont.

Et pourtant, la guerre franco-allemande n'a mis en pleine lumière que ceci : c'est que les places peu étendues et dépourvues de forts détachés capitulent très vite, après un bombardement lointain, et que celles qui sont à l'abri de ce bombardement ne résistent pas à la faim.

Strasbourg seule a subi un siège régulier poussé à peu près jusqu'au bout, mais encore la place a-t-elle capitulé avant l'assaut, après l'ouverture de brèches faites de loin. On n'a donc pu voir si les moyens de flanquement étaient insuffisants. Certes, l'armement faisait défaut, mais était-ce la faute du tracé ? D'ailleurs, la fortification de Strasbourg était très ancienne et ne pouvait être donnée comme l'application des idées du corps du génie français de l'époque.

Belfort a capitulé avant qu'on ait pu juger de la valeur du tracé ; et la capitulation n'a rien à voir avec la fortification.

On s'est appuyé également sur l'expérience de la guerre franco-allemande pour se livrer à des discussions nombreuses relativement à la valeur de la fortification dans la défense des États.

Comme pour le tracé des forteresses, cette guerre n'a rien prouvé à ce sujet, parce que l'organisation défensive de notre territoire en 1870 était encore à peu près, dans son ensemble, celle d'il y a 100 ans et qu'elle ne pouvait être en rapport avec l'organisation militaire de l'époque.

Il nous semble donc qu'il serait bon de secouer l'obsession de la guerre de 1870 et de revenir à un examen rationnel de cette question si importante de la fortification.

C'est ce que nous avons essayé de faire.

Nous n'hésitons pas, en premier lieu, à rejeter d'une façon complète toute combinaison de la fortification avec les opérations stratégiques : la fortification ne doit offrir qu'un obstacle *passif* ; les armées doivent avoir toute liberté de se mouvoir et il ne faut pas que le commandement ait la préoccupation de faire jouer un rôle à telle ou telle forteresse, car, ce rôle, il faudrait d'abord le connaître, et peu de gens seront d'accord pour le définir.

En second lieu, nous pensons que les dispositions adoptées depuis l'apparition des obus-torpilles pour l'organisation d'ensemble d'une place, sont défectueuses : les forts ne sont plus que les points d'appui d'une ligne presque

continue et on refait ainsi autour de la place une nouvelle muraille de Chine : on est fort partout, c'est-à-dire faible partout.

L'ancienne conception du fort détaché, *seul* organe de la défense, nous paraît préférable.

Enfin, dans l'organisation de détail, c'est au tracé bastionné que nous reviendrons.

Nous voulons ainsi faire un double retour vers le passé et on ne manquera pas de nous accuser d'être vieux jeu. Mais c'est un argument qui ne saurait nous convaincre, car l'histoire de la fortification aussi bien que l'histoire de la politique n'est qu'un perpétuel recommencement.

Au moyen âge, le pied de l'escarpe était battu directement grâce aux mâchicoulis : n'était-ce pas là déjà le profil triangulaire d'aujourd'hui et dans lequel on veut, parfois, voir la perfection ?

Plus tard, quand apparut l'artillerie, les mâchicoulis furent facilement démolis et on eut recours, pour surveiller le pied des escarpes, à des ouvrages spéciaux crénelés, très bas, placés au fond des fossés et cachés aux vues de l'assiégeant : les *moineaux*, identiques aux caponnières d'aujourd'hui.

Mais leur apparition fut de courte durée et on arriva au tracé bastionné.

Au commencement du siècle, quelques ingénieurs estimèrent que, comme les mâchicoulis du moyen âge, les organes de flanquement de la fortification bastionnée ne pouvaient subsister en face de l'artillerie moderne, et, comme jadis, on eut recours aux *moineaux*, qu'on appela cette fois *caponnières*.

Aujourd'hui, toujours à cause des progrès de l'artillerie, les caponnières peuvent être facilement détruites : n'est-ce pas se maintenir dans le cycle de l'histoire que de revenir à la fortification bastionnée ?

Il ne faut pas croire qu'en face d'une situation nouvelle, il soit toujours nécessaire d'avoir recours à des engins

nouveaux. Nos ancêtres se battaient couverts de fer ; quand les armes à feu devinrent meurtrières, ils ne songèrent pas à augmenter leurs cuirasses, au contraire ils arrivèrent à les abandonner presque complètement ; adoptant une *autre manière de combattre*, ils s'armèrent de l'engin qui les perforait et apprirent à le manœuvrer et à le perfectionner.

Faisons de même pour la fortification : prenons la fortification de nos aïeux, celle qui a fait ses preuves avant que l'artillerie ait atteint sa grande puissance de destruction, et luttons, non en cherchant pour elle une invulnérabilité semblable à celle que donnait la cuirasse au combattant d'autrefois, mais en perfectionnant et en apprenant à manœuvrer l'outil même avec lequel on veut la détruire, et en lui fournissant les moyens de l'utiliser à son tour avantageusement.

Dans les discussions sur l'utilité et l'emploi de la fortification, on s'attache le plus souvent à des idées générales, sans distinction de pays, et sans tenir compte de la configuration, de l'état industriel et politique des diverses régions : on appliquerait volontiers les mêmes principes dans un pays couvert de voies de communication et dans un autre qui en est dépourvu, chez une nation ayant une organisation militaire perfectionnée et chez une autre qui n'en a pas.

De plus, on ne distingue pas nettement le rôle des opérations et on envisage l'utilité des places aussi bien au point de vue d'une armée qui défend son territoire que de forces opérant à l'étranger en pays plus ou moins conquis.

Et pourtant toutes ces choses diverses doivent avoir une influence dans une question aussi complexe que l'usage de la fortification.

Au cours de cette étude, nous nous bornerons à examiner le rôle de la fortification au point de vue de la défense du territoire et des frontières de terre, dans un pays comme la France et en terrain moyennement accidenté.

PREMIÈRE PARTIE

DU ROLE DE LA FORTIFICATION PERMANENTE EN GÉNÉRAL

Quand on lit les mémoires qui ont servi à justifier la construction des diverses forteresses, ou quand on étudie les traités de fortification, on est frappé de rencontrer fréquemment certaines phrases stéréotypées qu'on admet pour de bonnes raisons sans chercher à discuter davantage.

On voit ainsi que telle place doit maîtriser un nœud de routes importantes, qu'elle doit être une base d'opérations, un pivot stratégique, un pivot de manœuvres; et bien souvent, quand on en vient à l'étude des détails, on s'aperçoit qu'en dehors du nœud de routes occupé, il y a de nombreux chemins qui permettent de passer à côté de la place, et on se demande s'il est bien nécessaire de créer, pour une armée, une base d'opérations, un pivot de manœuvres.

On raisonne, en effet, aujourd'hui encore à peu près de la même manière qu'on l'eût fait sous Louis XIV, alors qu'il n'y avait ni télégraphes, ni chemins de fer, que les routes praticables pour tous les impedimenta d'une armée étaient fort rares et que, de plus, on n'avait pas tous les moyens actuels de créer rapidement de nouvelles voies de communication.

A cette époque, l'occupation d'un nœud de routes était importante : elle pouvait avoir pour résultat l'arrêt d'une armée. Mais que voyons-nous aujourd'hui? Il y a des routes partout et on en construit de nouvelles chaque jour. Donc, si l'on n'édifie pas une nouvelle muraille de Chine, (chose condamnée aujourd'hui par tout le monde), la fortification ne peut apporter un obstacle matériel direct à la marche d'une armée par l'occupation d'un nœud de routes importantes.

Passons aux autres formules : base d'opérations, pivot stratégique, etc.

Autrefois, avec la difficulté des transports et la lenteur des communications, il était absolument nécessaire aux armées, même quand elles opéraient dans leur pays, d'avoir, à portée, des emplacements d'où elles tiraient leurs approvisionnements, où elles évacuaient leurs blessés ou malades et où, au besoin, elles pouvaient se réfugier après un échec pour se refaire et attendre des secours : telles étaient les raisons d'être des places fortes bases d'opérations.

Doit-on aujourd'hui s'en tenir à des considérations semblables, alors que sur un ordre télégraphique on peut faire venir en très peu de temps des approvisionnements d'un bout du territoire à l'autre ? Ne suffira-t-il pas d'avoir en arrière de l'armée, à une certaine distance (distance assez grande, toujours à cause de la rapidité des transports), des dépôts correspondant à la consommation de quelques jours ? Ces dépôts seront alimentés journellement par les arrivages de l'intérieur du pays ; en cas d'échec, un ordre télégraphique suspendra les arrivages et on fera refluer en arrière une partie des approvisionnements ; ce qui restera tombera peut-être entre les mains de l'ennemi, mais ne représentera pas les dépenses qu'aurait occasionnées une fortification destinée à les mettre à l'abri. Voilà pour la base d'opérations.

Arrivons aux pivots de manœuvres, pivots stratégiques ; une place forte existe en A (fig. 1), sur une des routes présumées de l'invasion, et une armée défensive B prend position à côté de cette place pour faire face à l'ennemi ; la fortification donnera à l'une de ses ailes un appui sérieux qui lui permettra peut-être de résister efficacement ; A sera alors un pivot de manœuvres.

Mais on raisonne toujours dans l'hypothèse d'un pays dépourvu de chemins et avec l'obligation, pour l'envahisseur, de passer par un point donné ; il est certain qu'au-

jourd'hui cette condition n'existe plus ; l'invasion prendra une direction autre que celle où on l'attend et on ne peut songer pour l'arrêter à organiser tout le long d'une frontière étendue une série de places avec des armées appuyant leurs ailes à chacune d'elles.

L'envahisseur passera donc en C et si l'armée défensive B veut s'opposer à sa marche en menaçant son flanc, elle sera obligée de s'éloigner de la forteresse qui pourra lui servir de base d'opérations et deviendra ainsi *pivot stratégique*.

Mais, comme nous l'avons déjà fait remarquer, il n'est

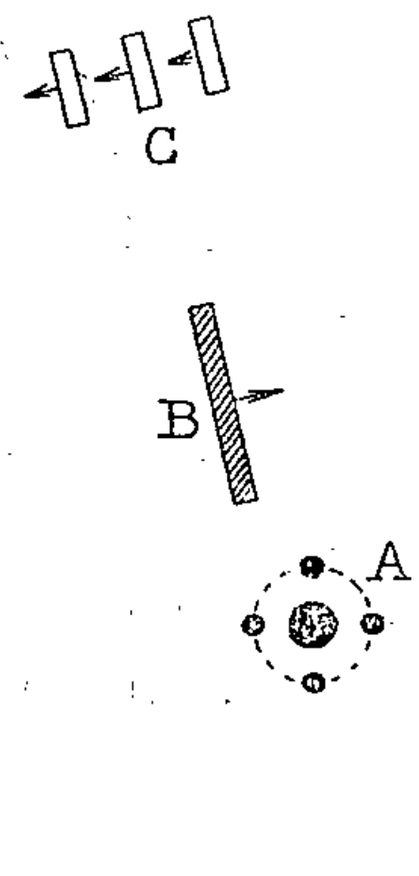


Fig. 1.

pas nécessaire que la base d'opérations de l'armée B soit la place forte A : tant que cette armée ne sera pas isolée du reste du pays, elle pourra tirer ses approvisionnements d'un point D situé à une assez grande distance et même, dans bien des cas, cette base D lui sera plus commode par suite de la disposition des voies ferrées.

Donc, jusqu'ici la place A n'a pas de raison d'être. Mais il n'en sera pas de même quand l'armée B sera isolée du reste du pays, et la place A pourra alors jouer le rôle de pivot stratégique. Mais aura-t-elle à ce moment les ressources nécessaires pour subvenir à tous les besoins de

l'armée et à ceux de sa garnison ? Cela est douteux : pour avoir une certitude sur ce point, il faudrait que les approvisionnements eussent été constitués dès le temps de paix et il n'y a pas de budget qui puisse subvenir aux dépenses qu'occasionnerait une semblable opération.

Admettons même l'existence de ces ressources : que fera l'armée défensive B ? Ou bien l'envahisseur se contentera de laisser des forces un peu supérieures pour l'observer et l'annihiler, ou bien, ayant déjà réussi à l'isoler du reste du pays, il continuera son mouvement, la rejettera dans la place ou l'acculera à la frontière en l'obligeant à capituler ou à passer à l'étranger.

Rejetée dans la place, l'armée défensive n'en sortira plus : l'histoire inflexible est là pour nous l'apprendre et les plus beaux raisonnements ne pourront modifier ses enseignements.

Mais, dira-t-on, la place forte n'en aura pas moins joué un rôle important en immobilisant une partie des forces de l'envahisseur, forces dont celui-ci aura été privé pour ses autres opérations. — Encore une illusion provenant de ce que l'on raisonne toujours sur les organisations d'autrefois.

A une certaine époque, l'immobilisation d'une partie des forces de l'envahisseur pouvait donner un certain répit et permettre la formation de nouvelles armées remplaçant celles qui étaient assiégées ou bloquées. Nous en avons eu l'exemple en 1870 : retenue autour de Metz, l'armée de Frédéric-Charles n'a pu s'opposer à la formation et aux premiers succès de l'armée de la Loire.

Mais il ne saurait en être ainsi dans l'avenir ; dès les premiers jours de la guerre, toutes les forces dont pourra disposer le pays seront en jeu et les armées qui seront bloquées ne seront plus susceptibles d'être remplacées, quel que soit le répit donné par l'immobilisation d'une partie des forces ennemies. Quelle sera d'ailleurs l'importance de ces forces immobilisées ?

Si la possession de la place forte n'est pas nécessaire à l'envahisseur pour ses communications, celui-ci ne cherchera pas à s'en emparer : il ne fera que l'observer, et pour cela, il lui suffira d'une armée sensiblement égale à celle qui pivotera autour de la place : à égalité numérique il aura la supériorité, parce qu'il aura été victorieux.

Si l'on ajoute à l'armée défensive, qui manœuvre, la la garnison de sûreté maintenue forcément dans la place, laquelle avec les fortifications d'aujourd'hui peut atteindre un effectif de 30 000 hommes, on voit que ces forces d'observation que laissera l'envahisseur seront sensiblement égales à celles qui seront immobilisées par la défense. Le résultat final sera donc de distraire de chaque côté une force égale et comme l'envahisseur aura à ce moment la supériorité, que celle-ci résulte du nombre ou de la qualité accrue par l'effet moral de la victoire, c'est le défenseur qui souffrira de la réduction de ses forces.

Supposons en effet les armées en présence dans la proportion de 2 contre 3 : si de chaque côté on supprime une unité, le défenseur restera 1 contre 2, situation bien plus défavorable que la précédente : les places seront donc dans ce cas plus nuisibles qu'utiles.

Aux considérations qui précèdent, il convient d'ajouter les suivantes :

La présence, à proximité d'une armée, d'une place où celle-ci pourra se retirer en cas d'échec est de nature à influer pernicieusement sur la vigueur des opérations. Quand on a un refuge assuré près de soi, on ne lutte pas aussi énergiquement que quand on n'a rien de semblable, et cela quelle que soit la culture morale des individus. Ceux qui ont pris part aux campagnes coloniales où l'on était en présence de gens ne faisant pas de prisonniers peuvent se rappeler combien on trouvait de vigueur chez des hommes qui savaient n'avoir aucun quartier à attendre de l'ennemi, s'ils tombaient vivants entre ses mains.

Prenons maintenant un pays qui a reçu une organisa-

tion défensive où le rôle des places fortes serait celui que nous venons de critiquer. Cette organisation a été faite d'après les idées d'une époque et ces idées changent, surtout quand apparaissent des engins nouveaux. Vienne une guerre : ceux qui auront à mettre en jeu l'outil défensif préparé depuis longtemps ne seront plus ceux qui l'auront construit ; leurs idées seront différentes, et peut-être ne feront-ils pas rendre aux places tout ce dont elles seraient capables ; ainsi seront devenus inutiles tous les sacrifices autrefois consentis par le pays.

Il y a là une chose humaine contre laquelle on ne saurait lutter et qui est inévitable quand on aborde des questions discutables et susceptibles d'un grand nombre de solutions ; il faut donc s'en tenir à des formules simples et il ne doit pas y avoir d'hésitation sur l'emploi des forteresses qui seront construites.

Nous conclurons donc que, avec l'organisation actuelle des armées, la rapidité des communications, le développement considérable des voies de transport de toute nature et les révolutions fréquentes dans les idées sur la conduite de la guerre, les places fortes ne pourraient être construites avantageusement pour jouer le rôle de bases d'opérations, pivots stratégiques, pivots de manœuvres, lieux de refuge, pas plus qu'elles ne sauraient opposer un obstacle matériel direct à une invasion.

Quel sera donc le rôle de la fortification ?

En premier lieu, il est nécessaire d'intercepter les voies ferrées qui sont indispensables aux armées modernes pour leur ravitaillement. Ne pouvant opposer un obstacle matériel à la progression en avant de l'envahisseur, la fortification arrêtera la marche de ses convois : elle ralentira ainsi son mouvement en avant et par ce fait permettra aux armées battues de reprendre haleine et de lutter à nouveau sans être, pour cela, obligées de se réfugier dans des places fortes d'où elles ne sortiraient plus.

On considérera comme jouant le même rôle que les voies

ferrées certaines routes en pays de montagne dont l'emploi serait indispensable à l'envahisseur pour ses communications avec l'arrière.

La fortification sera également nécessaire :

1° Pour la capitale d'un pays centralisé ;

2° Pour certains points proches de la frontière afin d'arrêter quelques jours les troupes d'avant-garde de l'envahisseur et donner au défenseur le temps de concentrer ses forces.

La fortification de la capitale d'un pays centralisé est une chose qui semble admise par tout le monde et sur laquelle il n'y a pas lieu d'insister.

La fortification de certains points proches de la frontière paraît une nécessité pour couvrir les opérations de la mobilisation, d'abord, et ensuite pour la protection de grands centres offrant beaucoup de ressources et dont l'occupation, même momentanée, par des troupes d'avant-garde aurait un effet moral et matériel considérable ; mais ces fortifications, qu'on pourrait appeler fortifications de *couverture*, ne doivent pas être assimilées aux autres ; leur rôle est différent, et leur organisation sera forcément différente.

Il ne faudrait pas conclure de ce qui précède que la fortification ne saurait être utilisée dans des combinaisons stratégiques, mais elle ne doit pas être construite en vue de ces combinaisons ; une génération ne peut imposer à une autre une manière d'opérer conforme à ses idées : ce serait la négation du progrès.

Les commandants d'armées useront de la fortification construite pour un objectif autre que les opérations stratégiques, comme ils se servent des obstacles naturels, cours d'eau, montagnes, etc., qui jouent un rôle considérable et qui pourtant n'ont point été faits en vue de la guerre.

En résumé, nous aurons :

Une fortification d'*arrêt* sur les voies ferrées et les routes absolument indispensables à un envahisseur pour ses communications avec l'arrière ;

Une fortification de *protection* pour la capitale ;

Une fortification de *couverture* pour certains points de la frontière.

Nous allons examiner en détail chacune de ces fortifications et conclure à leur organisation.

DEUXIÈME PARTIE

DE LA FORTIFICATION D'ARRÊT

CHAPITRE Ier

CONDITIONS GÉNÉRALES DE LA FORTIFICATION D'ARRÊT

On donne habituellement le nom de forts d'arrêt à des ouvrages isolés qui ont pour objet d'intercepter une voie de communication. En général, ces ouvrages remplissent leur rôle non en opposant un obstacle passif, c'est-à-dire en barrant la route, mais en empêchant la circulation au moyen du tir, soit de l'artillerie, soit de l'infanterie.

Dans ces conditions, si le terrain permet une dérivation de la voie interceptée qui la mette hors de la portée de l'artillerie de l'ouvrage, celui-ci n'aura plus d'effet.

De plus, l'isolement dans lequel il se trouve ne lui permettra pas, en terrain moyennement accidenté, de résister longtemps ; la possibilité pour lui d'être entouré de tous côtés par l'artillerie lourde de campagne (qui n'est autre que l'artillerie de siège rendue assez mobile pour qu'elle puisse marcher avec les troupes), rendra difficile son organisation en vue de la résistance aux effets destructeurs du tir, et la faiblesse relative de sa garnison en présence des masses de l'envahisseur le fera succomber promptement, ou tout au moins le mettra dans l'impossibilité de

remplir son objet ; avec les moyens de destruction actuels et les effectifs des armées modernes, une fortification isolée est condamnée à une chute où à une neutralisation rapide.

Donc une fortification composée d'une série de forts d'arrêt ne serait pas capable de gêner longtemps un envahisseur et de jouer le rôle que nous voulons donner à la *fortification d'arrêt* ; elle pourrait constituer une *fortification de couverture,* mais c'est tout.

Dans ces conditions, la fortification d'arrêt doit comprendre une région étendue pour empêcher la déviation facile des voies interceptées et permettre une grande résistance en vue de tous les procédés d'attaque possibles.

De grandes places à forts détachés occupant un certain nombre de nœuds de chemin de fer convenablement choisis rempliront le role que nous venons de définir.

CHAPITRE II

EXAMEN DE LA SITUATION ACTUELLE DES PLACES A FORTS DÉTACHÉS

I. — *Dispositions d'ensemble.*

Exposé de la situation.

Avant l'apparition des obus-torpilles, les grandes places, aussi bien en France qu'à l'étranger, comprenaient une série de forts espacés entre eux de 4 à 8 kilomètres, et distants d'au moins 6 kilomètres d'un noyau central, parfois non fortifié, parfois muni d'une enceinte continue ou discontinue.

Les forts construits d'après le système polygonal, avec caponnières pour le flanquement des fossés, et ayant une

artillerie généralement à ciel ouvert, inspiraient toute confiance. Cependant, on réclamait déjà la mise sous cuirasses d'une partie de l'artillerie et quelques-uns faisaient timidement observer que l'engouement pour la fortification polygonale, qu'on avait eu depuis 1870, avait conduit à la construction d'ouvrages n'offrant pas, au point de vue de la résistance aux attaques de vive force ou par surprise, la même sécurité que donnait autrefois la fortification bastionnée.

Si l'on jette, en effet, les yeux sur la plupart des forts construits en France depuis 1870, on voit qu'en face de la caponnière le fossé est grandement rétréci, tellement que, souvent, on pourrait le franchir avec un des engins en usage chez nous aussi bien qu'à l'étranger. De plus, ce fossé rétréci n'est généralement pas flanqué; il n'est battu que par les feux directs provenant de quelques créneaux percés dans le mur de tête de la caponnière. Ces créneaux peuvent être contre-battus facilement par un assaillant parvenu dans le fossé; il est même possible de les masquer sans peine, et en tout cas, leur tir sera loin d'être efficace à cause de la petite distance qui séparera les combattants et de la faculté pour l'assaillant de profiter des angles morts résultant de leur espacement. Comme ces caponnières sont généralement à un saillant de l'ouvrage, c'est-à-dire en face d'un secteur privé de feu, on pourra encore avec quelques chances de succès tenter, soit de franchir le fossé au moyen d'un pont volant s'appuyant sur la caponnière, soit de descendre dans le fossé et d'escalader le mur de tête. Dans les deux cas, le rôle flanquant de la caponnière sera nul.

On voit donc qu'avant l'apparition des obus-torpilles la fortification était loin d'être à l'abri de critiques sérieuses; et si l'on pouvait à cette époque se complaire encore dans l'illusion du peu de probabilité des attaques de vive force, il ne saurait en être de même aujourd'hui; ce seront ces attaques que tenteront d'abord les comman-

dants, des armées avec les forces considérables et les moyens de destruction terribles dont ils disposeront, et c'est la crainte de ces attaques qui doit être la première et peut-être la seule préoccupation de l'ingénieur militaire.

Si, laissant un instant de côté ce qui concerne l'existence propre du fort, nous jetons les yeux sur le rôle général de la fortification d'une place, nous nous trouvons aujourd'hui en présence d'un fait admis par tous : l'artillerie ne peut rester dans les forts, à ciel ouvert.

Pour remédier à cette situation, on a été conduit tout d'abord à proposer de la placer sous cuirasses, mais comme cette solution était très onéreuse, on s'en est contenté pour un petit nombre de pièces et les autres, sorties de l'ouvrage, ont été réparties dans les intervalles entre les forts, de manière que leur dispersion et leur défilement aux vues leur donnent une moins grande vulnérabilité.

Cette artillerie, ainsi disséminée, ayant besoin, contre les coups de main, d'une protection qui ne pouvait être assurée par les forts trop espacés, on a proposé la construction d'ouvrages intermédiaires, moins importants que les forts primitifs, et dont le rôle serait surtout de flanquer les approches des batteries formées par l'artillerie. Le tout a été complété par une ligne d'infanterie placée en avant des batteries, ligne à peu près continue, renforcée en certains points par des ouvrages du moment, et quelques batteries légères dites batteries de protection ; celles-ci sont ainsi nommées parce qu'elles concourent à la protection, contre une attaque de vive force, de l'artillerie de combat destinée à entamer la lutte avec l'artillerie ennemie et à détruire les travaux de l'assiégeant.

L'artillerie de combat comprend deux sortes de batteries : 1° les batteries de crête placées en arrière et près des crêtes formées par le terrain, de manière à pouvoir faire du tir de plein fouet en offrant le moins de prise possible aux vues ; 2° les batteries hors de vue construites

en arrière, en des points complètement défilés des vues, et destinées à faire du tir courbe.

En somme, on voit qu'on a, tout autour de la place, une bande de terrain allant en profondeur de la ligne d'infanterie aux batteries hors de vue et sur laquelle sont répartis d'une manière presque *continue* les batteries et les ouvrages : on lui a donné le nom de *position principale de la défense* ; les forts et les ouvrages intermédiaires en sont les *points d'appui*.

Les dispositions relatives des divers forts et ouvrages intermédiaires, leurs agencements avec les batteries et la ligne de protection sont variables suivant les auteurs, mais on retrouvera les grands traits ci-dessus dans presque tous les systèmes admis par l'opinion militaire de chaque pays.

Critiques.

Tous les systèmes ont un point commun qui est la nécessité de l'éparpillement de la garnison sur toute la périphérie de la place : ce sera une cause de faiblesse générale. De plus, les batteries construites entre les forts, les ouvrages de la ligne de protection ne seront pas à l'abri d'un coup de main et il faudra constamment y maintenir des troupes nombreuses ; celles-ci, mal abritées, mal protégées subiront par suite des pertes très grandes.

On sera ainsi conduit à prévoir, pour les places, des garnisons considérables et on pourra se demander si les effectifs ainsi immobilisés ne seraient pas employés plus avantageusement à grossir les armées actives. Il ne faut pas perdre de vue que la fortification, par sa définition même, doit permettre l'occupation d'une position avec des forces restreintes : si elle ne remplit cet objet, elle devient inutile et même dangereuse.

Ces considérations sur l'effectif des garnisons et sur l'emploi étendu de la fortification de campagne dans la défense des places ont une importance qu'ont accrue di-

verses théories admises aujourd'hui par un grand nombre de militaires.

On demande, en effet, alors qu'on a déjà une ligne de forts distants d'au moins 6 kilomètres du noyau central, d'établir des positions avancées au delà de cette ligne, à 2 000 ou 3 000 mètres, sur les points qui seraient favorables aux attaques, puis de constituer encore plus loin une avant-ligne ; il n'y a plus de raison pour qu'on s'arrête. La fortification du moment serait exclusivement employée pour toutes ces organisations qui constitueraient la base de la défense extérieure, seule susceptible, dit-on, de permettre une longue résistance.

On cite comme exemple la défense de Belfort en 1870-1871 ; mais on oublie qu'à cette époque la place de Belfort n'était pas à l'abri d'un bombardement qui eût amené une capitulation rapide ; il était donc nécessaire, pour empêcher ce bombardement, d'occuper des positions avancées, et on l'a fait avec de la fortification de campagne, parce que sur ces positions on n'avait pas encore construit divers ouvrages permanents projetés alors depuis plusieurs années.

Mais cela n'a rien de commun avec la défense extérieure préconisée aujourd'hui.

Quel est le rôle des ouvrages détachés, autour d'une place ? C'est de tenir l'ennemi assez loin pour qu'il ne puisse faire un bombardement qui amènerait une capitulation prématurée.

Faut-il, les ouvrages une fois construits, occuper des positions en avant pour tenir de nouveau l'assiégeant à distance des forts ? Non, parce que les forts doivent pouvoir subir un bombardement sans que la garnison soit forcée à capituler ou à abandonner les lieux.

Ce n'est que dans le cas où la fortification serait trop défectueuse pour que ce résultat puisse être obtenu qu'on serait contraint, comme à Belfort, d'occuper des positions extérieures ; mais il ne faut pas poser une semblable occu-

pation comme un principe général avec de la fortification bien établie.

En plus de l'inconvénient des garnisons considérables, on aurait celui de faire lutter tout d'abord les défenseurs en n'utilisant que de la fortification improvisée, alors qu'ils auraient derrière eux de la fortification permanente qu'on ne ferait pas valoir. Placée dans ces conditions, une garnison s'épuisera rapidement tant en travaux qu'en combats, et quand elle sera repoussée sur la position principale et que viendra le moment d'user de la fortification permanente, elle n'aura plus assez de force pour se servir de cet outil.

Les objections que nous venons de présenter sur l'inconvénient d'un emploi trop grand de la fortification improvisée ont été signalées par le général Totleben, qui avait été contraint d'en faire un usage presque exclusif à défaut de fortification permanente existante.

Voici comment il s'exprime dans son ouvrage sur la défense de Sébastopol :

« Lorsque la guerre de Crimée eut été terminée, plusieurs militaires exprimèrent l'opinion que l'exemple de la défense de Sébastopol était concluant pour démontrer qu'il était inutile en temps de paix de dépenser d'immenses sommes d'argent pour la fortification permanente. Cette opinion ne repose sur aucun fondement solide, car la défense de Sébastopol a prouvé précisément le contraire.

« Rappelons-nous que, pour construire les ouvrages de Sébastopol, on employait chaque jour, pendant le siège, de 5 000 à 10 000 travailleurs, lesquels, se trouvant constamment exposés au feu de l'assiégeant, subissaient des pertes fort graves. Or, ces ouvrages n'étaient nullement à l'abri d'un coup de main de la part de l'ennemi, l'assiégé se voyait constamment dans l'attente d'un assaut et forcé conséquemment à tenir occupés ces mêmes ouvrages par un nombre considérable de troupes.

« Ces troupes, à l'exception d'un petit nombre qui trou-

vait un refuge dans les abris blindés, se voyaient ainsi, à cause de l'absence de casemates et en raison de la hauteur insuffisante des parapets, exposées à l'effet de tous les genres de tir usités par l'ennemi et subissaient des pertes énormes. C'est pour cette raison que tous les renforts qui nous arrivaient constamment en Crimée ne purent jamais faire monter l'effectif de notre armée à hauteur de celui de l'armée alliée; car Sébastopol anéantissait journellement un trop grand nombre d'existences humaines.

« Si donc Sébastopol eût été entouré de fortifications permanentes..., il eût suffi de ne tenir au feu que le nombre strictement nécessaire d'artilleurs pour le service des pièces et de fantassins pour monter la garde et nourrir un feu de mousqueterie...; de plus, nous trouvant à l'abri d'un coup de main, nous eussions pu diminuer l'effectif de notre garnison et tenir dans Sébastopol un maximum de 20 000 hommes au lieu de 40 000 que nous fûmes obligés de conserver pendant tout le siège ; les 20 000 hommes d'excédent eussent pu aller grossir les rangs de notre armée en rase campagne. »

Totleben ajoute, comme conclusion, que les pertes des Russes eussent été réduites de moitié et se fussent bornées à 50 000 hommes hors de combat au lieu de 100000 et que, de cette façon, l'armée russe aurait constamment gardé une supériorité numérique sur celle des alliés, ce qui eût ôté à ceux-ci bien des chances de succès.

L'opinion du général Totleben, quoique vieille de plus de quarante ans, n'est-elle pas toute d'actualité ?

Il nous semble donc nécessaire de renoncer à toute organisation en vue de la lutte extérieure telle qu'elle est comprise aujourd'hui ; mais cela ne veut pas dire qu'on ne doit plus songer à faire de la défense active. Ce qu'on appelle actuellement défense extérieure n'est pas, quoi qu'on en dise, de la défense active ; il n'y a rien de plus *passif* que de se faire chasser successivement des positions occupées en avant de la fortification permanente. La dé-

fense *active* consistera en coups de main, en sorties pour démolir les travaux de l'ennemi et reconnaître les emplacements de ses batteries ; il y aura là de quoi suffire à toute l'activité de la garnison.

Conclusions.

Nous conclurons donc de cet examen visant l'ensemble de la fortification d'une place :

1° Qu'il faut éviter la dispersion de la garnison sur tout le pourtour de la place et concentrer la défense en certains points où l'on pourra résister efficacement ;

2° Qu'il faut renoncer à la lutte extérieure et que, par suite, la fortification doit être construite et organisée de manière qu'elle puisse, à elle seule, résister aux attaques de vive force, aux surprises et aux bombardements et contraindre l'ennemi aux longues opérations d'un siège.

II. — *Dispositions de détail.*

Exposé de la situation actuelle. — Passons maintenant à l'étude sommaire des diverses propositions concernant les organes principaux des ouvrages permanents, points d'appui de la position principale de la défense.

En ce qui concerne l'obstacle, on renonce en principe aux escarpes en maçonnerie et on se contente d'une contrescarpe revêtue et d'une grille en fer placée au pied de l'escarpe laissée à terre coulante. On supprime généraleemnt les caponnières, trop difficiles à protéger contre les coups de l'artillerie, et on obtient le flanquement des fossés au moyen de coffres de contrescarpe.

On a même proposé de supprimer tout flanquement en adoptant le profil dit *triangulaire* dans lequel la plongée se prolonge jusqu'au fond du fossé, formant ainsi une escarpe en pente très douce ; on peut avec cette disposition battre directement de la crête le pied de la contrescarpe et toute l'escarpe. Une grille et des défenses accessoires pla-

cées au pied de cette escarpe compléteraient l'obstacle. On peut également avoir avec le profil triangulaire un flanquement au moyen de coffres de contrescarpe.

Les pièces de flanquement des intervalles entre les ouvrages sont placées sous coupoles ou sous des casemates, dites *traditore,* situées vers la gorge et disposées de manière que les embrasures soient bien défilées des coups.

La défense rapprochée de l'ouvrage doit se faire, concurremment avec l'infanterie, au moyen de pièces à tir rapide placées sous des coupoles à éclipses ; on y adjoindra des pièces légères qui en temps ordinaire seront dans la position *d'attente,* c'est-à-dire que, remisées sous des abris à l'épreuve, elles n'en seront sorties pour être amenées sur le rempart qu'à certains moments.

Quelques auteurs ont proposé la suppression complète des parapets ; leur fort est constitué par une énorme carapace en béton de laquelle émergent des coupoles pour pièces de différents calibres ; il n'y a ni fossé ni organe de flanquement ; une seule ouverture fermée par un cuirassement mobile donne accès à l'ouvrage, qui ne présenterait ainsi aucune prise à l'ennemi.

Critiques. — Ces diverses dispositions donnent lieu aux critiques suivantes :

La contrescarpe revêtue ne constitue pas à elle seule un obstacle suffisant contre les attaques de vive force vigoureuses ni contre les surprises : on peut trop facilement descendre dans le fossé. La grille placée au pied de l'escarpe pourra également être franchie sans trop de difficultés : un bombardement, même de peu de durée, aura toujours pour effet d'y produire quelques brèches et ces brèches pourront même être faites par les hommes au moment de l'attaque, si l'on parvient à aveugler un instant les coffres flanquants, chose dont nous démontrerons la possibilité.

Le profil triangulaire ne peut augmenter la sécurité : au

moment d'une attaque de vive force, les défenseurs des crêtes qui seront en butte aux coups des tirailleurs de l'assaillant, auront plutôt pour préoccupation de riposter à ceux-ci que de tirer sur les hommes parvenus au fond du fossé et occupés à démolir les défenses accessoires et à se masser pour donner un assaut rendu facile par la pente douce de l'escarpe.

Il nous paraît dangereux de se reposer en totalité ou pour la plus grande partie sur l'efficacité d'engins aussi délicats que des coupoles. Sous l'action du tir de l'assiégeant et du propre tir des défenseurs, des désordres, des coincements peuvent se produire dans les mécanismes et rendre inutilisables, au moment du besoin, des pièces indispensables à la défense. Dans un fort composé uniquement par un bloc de béton, on sera exposé à voir quelques hommes munis d'explosifs venir les placer sur les coupoles mêmes et les mettre hors de service.

Les pièces sous coupoles seront un adjuvant, mais la défense devra pouvoir se faire, complète, sans leur secours.

En ce qui concerne l'obstacle, la tendance de plus en plus marquée à le constituer par des défenses accessoires, grilles, réseaux de fil de fer, etc., est fâcheuse ; ces défenses n'empêcheront pas les surprises et, de plus, elles pourront être démolies au moment d'une attaque par un ennemi audacieux : les procédés de démolition ne font-ils pas partie de l'instruction courante des troupes spéciales, dans tous les pays? Il faut songer en outre que, si la fortification est de construction ancienne, la rouille aura peut-être déjà fait son œuvre et qu'un simple effort suffira pour ruiner ces défenses.

Qu'on laisse aux défenses accessoires le rôle que comporte leur définition : elles doivent contribuer à améliorer l'obstacle, mais il ne faut pas qu'elles le constituent presque entièrement.

Les coffres de contrescarpe sont bien à l'abri des coups, mais leurs embrasures peuvent être masquées trop facile-

ment au moyen de matériaux légers, paille, fagots, etc., qu'on jetterait dans le fossé ; ces matériaux enflammés rendraient les coffres peu tenables, d'où suppression momentanée du flanquement.

Dans le cas d'une attaque pied à pied, le coffre peut être détruit par la mine avant même qu'on tente le passage du fossé.

A ces inconvénients il faut joindre ceux qui ont trait au combat dans les locaux souterrains.

Au moment d'une attaque de vive force, quand les combattants seront très rapprochés, il sera bien difficile au commandant du fort de donner des ordres au personnel disséminé dans ces locaux souterrains, mal éclairés, et où le moindre accident sera une cause de panique ou de désordre considérable; de plus, bien souvent l'homme isolé, soustrait à la vue de ses chefs et de ses camarades, manque d'audace et, s'il n'a pas à défendre immédiatement son existence, il pourra se laisser aller à combattre mollement. Aussi est-il préférable que la lutte, quand elle est près du corps à corps, ait lieu en plein air, sous l'œil du commandement, et le soldat coude à coude avec le camarade.

Conclusions. — En présence des critiques que nous venons de formuler, il nous semble que le seul moyen d'avoir un ouvrage à l'abri des surprises et des attaques de vive force soit de lui donner une *escarpe revêtue* avec le flanquement à ciel ouvert obtenu au moyen des crêtes, tel que le donne le *tracé bastionné*.

Ce flanquement est toujours assuré tant qu'il reste quelques fusils dans l'ouvrage ; chacun voit ce qui se passe et le commandement qui tient tout son monde dans la main dirige beaucoup plus facilement la défense.

Si l'on adopte ce principe, il faudra remarquer tout de suite que, contrairement à ce qu'on serait tenté de faire pour utiliser la grande portée des armes et diminuer en conséquence le nombre des défenseurs nécessaires au flanquement, on devra donner une longueur très restreinte

au front bastionné. Il ne faut pas, en effet, que l'assaillant qui tentera une action de vive force puisse diriger son tir à mitraille sur les flancs et les annihiler ainsi, pendant que l'assaut sera donné au saillant. Cela serait possible si on donnait trop d'étendue à la distance qui sépare les flancs des saillants du bastion flanqué.

En ce qui concerne les escarpes, il nous paraît possible, avec les moyens dont on dispose aujourd'hui, de les construire assez solidement pour que leur résistance soit très longue, même en admettant qu'elles soient exposées aux vues de l'assiégeant.

Si l'on a soin de les soustraire à ces vues et de supprimer également tout ce qui pourrait faire deviner leur emplacement et faciliter le réglage du tir (par exemple un parapet visible qui les surmonterait), si on prend aussi la précaution d'écarter toutes les causes qui tendent à activer leur chute et à produire des brèches praticables, telles la surcharge d'un parapet, on pourra être certain que ces escarpes auront une résistance très grande et que le temps nécessaire à produire une brèche praticable équivaudra peut-être à la durée d'un siège.

III. — *Conclusions*.

Nous résumerons dans les principes suivants les conclusions de ce chapitre.

En ce qui concerne l'ensemble d'une place à forts détachés :

1° Concentration de la défense sur certains points du périmètre ;

2° Suppression de la défense extérieure.

En ce qui concerne l'organisation des ouvrages :

1° Constitution de l'obstacle par une escarpe revêtue ;

2° Flanquement des fossés à ciel ouvert au moyen du tracé bastionné.

(*A suivre.*)

DUPOMMIER,
Colonel du génie.

NOTE

AU SUJET DU

LOGEMENT DES TROUPES DE GARNISON

(OBLIGATIONS RESPECTIVES DE L'ÉTAT ET DES COMMUNES)

(*Suite et fin*[1].)

B. De la fin du premier Empire à la loi du 3 juillet 1877 sur les réquisitions.

Après la chute de l'Empire, les villes essayèrent de se libérer des nouvelles obligations que Napoléon leur avait imposées pour le logement des troupes de garnison.

Ainsi la loi de finances du 28 avril 1816, en traitant des octrois (titre II), ne faisait aucune mention du prélèvement particulier relatif aux frais d'occupation des lits dans les casernes; plusieurs communes en conclurent qu'elles en étaient affranchies. Le ministre de l'intérieur, par une circulaire aux préfets du 16 avril 1817, les débouta de leurs réclamations et décida que ce genre de dépenses devait être prévu dans leurs budgets; il fit remarquer que les communes étaient en partie dédommagées de cette charge par l'accroissement qu'éprouvaient les produits d'octroi en raison des consommations dues aux garnisons.

---

1. Voir *Revue*, 1899, t. XVIII, p. 505.

Toutefois, la situation n'était pas nette et, en vue de la régler, la loi de finances du 15 mai 1818 renfermait un article 46 ainsi conçu :

Dans aucun cas et sous aucun prétexte, il ne pourra être fait au profit du Trésor aucun prélèvement sur les centimes ordinaires, extraordinaires ou facultatifs des communes, ni sur leurs autres revenus, à l'exception : 1° du dixième du produit net des octrois, ordonné par l'article 153 de la loi du 28 avril 1816; 2° des dépenses de casernement et des lits militaires qui ne pourront, dans aucun cas, s'élever, par chaque année, au-dessus de 7 fr par homme et 3 fr par cheval, pendant la durée de l'occupation : au moyen de quoi les réparations et loyers des casernes et de tous autres bâtiments ou établissements militaires, ainsi que l'entretien de la literie et l'occupation des lits militaires seront à la charge du Gouvernement.

L'ordonnance royale du 5 août 1818 eut pour objet de régler l'exécution de cet article 46 de la loi du 15 mai 1818. Les considérants sont à retenir :

L'article 46 de la loi du 15 mai dernier sur les finances ayan prescrit, relativement aux diverses dépenses de casernement dont les villes étaient chargées, de nouvelles dispositions qui réduisent leur cotisation pour cet objet de service à un simple prélèvement au profit du Trésor, nous avons reconnu que cette disposition légale avait révoqué ou modifié par le fait les lois et règlements qui, depuis 1791, ont régi successivement l'administration des bâtiments et établissements nécessaires au casernement et au service des troupes de garnison, sans anéantir toutefois l'effet que peuvent avoir produit les cessions qui en ont été faites aux villes à titre de propriété *absolue* ou *conditionnelle*. Nous avons considéré que cet article de la loi du 15 mai avait en effet pour but non seulement de rectifier et de simplifier le mode d'administration précédemment suivi, mais encore de régulariser, en les allégeant, les charges locales du casernement par la conversion *en un seul abonnement* de toutes les prestations dont les villes étaient passibles, tant pour *travaux de bâtiments* ou *occupations de lits* que pour les *champs de manœuvres* et le *logement accidentel* de la troupe chez l'habitant, en exécution des

décrets des 23 avril, 7 août et 15 octobre 1810 [1], et par suite d'un avis du Conseil d'État, approuvé le 29 mars 1811, contrairement à la loi du 23 mai 1792.

De ce préambule, il nous paraît qu'on peut conclure que les lois de 1791 et de 1792, au point de vue du casernement et du logement des troupes, subsistent en ce qu'elles n'ont pas de contraire aux dispositions de l'ordonnance royale et que toutes les autres charges sont converties et confondues dans le nouvel impôt.

La question ainsi résolue devient plus simple, et nous nous retrouvons en présence des lois de 1791 et de 1792, avec cette modification aggravante d'un impôt nouveau sur les revenus des communes ayant une garnison.

L'ordonnance ajoute :

Voulant régler l'exécution de l'article 46 de la loi du 15 mai dernier selon les résultats ci-dessus énoncés, nous avons reconnu aussi qu'il était indispensable, dans l'intérêt du Trésor et du service du casernement : 1° d'effectuer, *au maximum légal* de sa fixation, le prélèvement à faire sur les revenus des villes, sous la réserve des dégrèvements que nous pourrions accorder pour des causes d'exception déterminantes; 2°.....

Le roi se réservait donc de statuer par ordonnance ou de faire statuer par la loi, après les avis respectifs des ministres de l'intérieur, de la guerre et des finances, sur l'admission des demandes des communes tendant à obtenir des dégrèvements fondés sur des exceptions résultant d'événements de force majeure ou de la comparaison de leurs charges avec leurs ressources ; et, si les communes le préféraient, de remplacer l'abonnement variable avec les effectifs par un abonnement fixe représentant une fraction constante des produits de l'octroi (art. 10 de l'ordonnance) :

Nous nous réservons aussi d'admettre sur le rapport de notre ministre de la guerre et d'après les avis de nos ministres de l'in-

---

1. Ce décret n'existe pas au *Bulletin des lois;* il nous a été impossible de savoir à quoi il avait rapport.

térieur et des finances, le vote des conseils municipaux, qui aurait pour but de contribuer, volontairement et pour une somme déterminée, à la restauration ou à la construction d'un établissement militaire destiné à assurer une garnison habituelle dans l'assiette du casernement, soit que ces prestations volontaires se fassent sur leurs revenus ordinaires, ou sur des recettes extraordinaires..... (art. 11).

Les conséquences de ces dispositions nouvelles sont indiquées aux articles suivants de l'ordonnance :

Art. 8. — Au moyen des dispositions qui précèdent, toutes les dépenses que l'abonnement représente et qui sont relatives au service principal et accessoire du casernement rentreront à la charge et sous l'administration exclusive du département de la guerre à compter du présent exercice. En conséquence, les villes demeurent libérées, moyennant le mode de remboursement prescrit ci-après, titre III[1], de toutes les charges quelconques qu'elles avaient à supporter pour les diverses parties de cet objet de service, sans exception de celle relative aux champs de manœuvres et autres, en vertu des décrets, arrêtés et règlements précités de 1810 et 1811, et des autres actes du Gouvernement qui leur en ont fait l'application spéciale.

C'est là le développement des dispositions finales de l'article 46 de la loi du 15 mai 1818 ; ce sont bien toutes les applications nouvelles créées par Napoléon qui sont abrogées.

Art. 12. — Les bâtiments, établissements et terrains qui ont été cédés aux villes pour en jouir et disposer en toute propriété, et qui ont en conséquence été ou dû être rayés du tableau des établissements et terrains militaires domaniaux continueront de faire partie des propriétés des communes, qui pourront en faire tel usage qu'elles jugeront convenable. Cependant, les cessions absolues de bâtiments ou terrains qui faisaient l'objet d'un *bénéfice* ou d'une *charge* déterminés ne seront maintenues qu'autant que la condition prescrite se trouverait *entièrement* remplie. Dans

---

1. Le titre III a pour objet, comme disposition transitoire, de faire tenir compte, sur le montant de l'abonnement de l'année 1818, des dépenses déjà faites par des communes avant la promulgation de la loi.

le cas contraire, les villes seront tenues d'exécuter cette condition ou de renoncer à la propriété de l'immeuble à elles cédé.

Art. 13. — Les bâtiments, établissements et terrains cédés aux villes, à charge de conserver leur *destination* pour le service de la guerre, en vertu du décret du 23 avril 1810, et qui sont restés jusqu'à ce jour affectés à ce service rentreront, pour leur conservation et police, comme pour leurs dépenses, sous l'administration *directe et exclusive* de notre ministre de la guerre ; mais les communes en conserveront la *nue propriété* pour en être remises en possession et en avoir la libre jouissance si, par suite de leur *inutilité absolue* pour le service militaire, ils étaient abandonnés par le département de la guerre.

Enfin, insistant sur le principe établi par la loi de 1791, l'article 9 de l'ordonnance fait connaître que :

Le logement chez l'habitant des troupes autres que celles de passage n'étant qu'une *prestation individuelle* et non une charge communale, notre ministre de la guerre fera pourvoir au paiement des indemnités fixées pour cette prestation par la loi du 23 mai 1792, si elles sont réclamées dans le délai de six mois, suivant les formes indiquées par la fin de cet article.

Mais une question se pose : l'article 46 de la loi du 15 mai 1818 ne distingue pas entre les communes ayant un octroi et celles n'en ayant pas. Aucune distinction de ce genre n'est faite non plus dans les considérants de l'ordonnance royale du 5 août 1818. Il semble donc que les obligations au paiement. . . . . .

. . . des dépenses de casernement et des lits militaires. . . .

au moyen de l'abonnement, doivent être une charge pour toutes les communes ayant une garnison.

Sur ce sujet, le titre I^er^ de l'ordonnance du 5 août 1818

. . . . . *Fixation et perception de l'abonnement* . . . . . .

n'envisage, dans les procédés à employer pour cet objet, que le cas des villes. . . . . .

. . . . . qui perçoivent des octrois.

La régie des contributions indirectes est chargée d'opérer le prélèvement des fonds d'abonnement d'après le mode suivi pour le prélèvement du dixième de l'octroi qui s'effectue au profit du Trésor.

Résulte-t-il réellement de cette disposition que les villes n'ayant pas d'octroi sont affranchies de l'abonnement, ou bien en sont-elles passibles sur leurs autres revenus? En fait, on a conclu que seules les communes ayant un octroi étaient soumises à l'impôt nouveau établi par l'article 18 de la loi du 15 mai 1818, et cependant toutes les communes, sans distinction, ont été appelées au bénéfice des dispositions spéciales des articles 8, 12 et 13 de l'ordonnance du 5 août 1818. D'autre part, l'article 8 de cette ordonnance, dans son deuxième paragraphe, semble bien faire ressortir que les charges du casernement ne devaient disparaître qu'en échange de l'abonnement, et cette interprétation paraît être confirmée par la place occupée par les articles 8, 12 et 13, dans la rédaction même de l'ordonnance.

Il résulte donc, à notre avis, une inégalité de situation entre les communes ayant un octroi et celles qui n'en ont point, et cette inégalité n'est fondée que sur le mode de perception de l'abonnement seulement prévu dans l'ordonnance pour les communes ayant un octroi. La question en elle-même pourrait paraître de peu d'importance, parce que les communes n'ayant pas d'octroi sont rares; elles existent cependant, et plusieurs possèdent des garnisons considérables.

L'explication à donner de ce fait peut être puisée dans les motifs qui avaient déterminé Napoléon à mettre à la charge des communes ayant un octroi toutes les dépenses des lits militaires; aussi, dans la corrélation qui existe entre l'augmentation des revenus des octrois avec l'effectif des garnisons; enfin, dans le souvenir plus lointain des exemptions des droits d'octroi dont jouissaient avant la Révolution les objets destinés à la consommation des

troupes. Il eût été préférable que la loi se prononce d'une façon plus nette.

Nous allons voir en effet que les opinions étaient loin d'être fixées à ce sujet.

Dans une circulaire du 8 octobre 1818, ayant pour objet de préciser le mode d'établissement des décomptes des journées d'hommes et de chevaux, en vue de la perception de l'abonnement, le ministre de la guerre donne l'interprétation suivante :

Le but évident de la loi, ainsi que Sa Majesté l'a exprimé dans le considérant de cet acte (ordonnance du 5 août) a été de libérer les villes de toutes les charges pécuniaires et autres prestations quelconques qu'elles supportaient pour le *logement,* le *service* et l'*instruction* des troupes de garnison, par la conversion de ces charges en *un seul abonnement* qui, loin de pouvoir couvrir la dépense générale du casernement, laquelle (hors le cas prévu par l'article 11 de subventions communales purement volontaires) doit être imputée intégralement sur le budget de la guerre, n'a pour objet, vu la modicité de ses produits, que de faire profiter le Trésor du bénéfice que les villes retirent par leurs octrois sur les consommations des troupes.

D'après cette interprétation, il paraîtrait que l'abonnement constituerait un impôt particulier établi seulement sur les villes qui ont un octroi. Cette interprétation se trouve confirmée par le texte de la circulaire du 20 avril 1823 du conseiller d'État, directeur général des contributions indirectes, aux directeurs de cette administration.

Le prélèvement pour frais de casernement et d'occupation de lits militaires dont le mode a été réglé par l'ordonnance du 5 août 1818 doit s'exercer dans toutes les communes qui, percevant des octrois, reçoivent garnison... ; en sorte que les communes qui n'ont pas d'octroi et celles qui, ayant un de ces établissements, n'ont reçu garnison à aucune époque de l'année doivent être seules affranchies du prélèvement dont il s'agit.

Cette circulaire avait pour objet de relever des omissions qui s'étaient produites dans l'exercice des prélèvements

qui chaque année devaient être proportionnels à la durée du séjour des troupes.

Mais voici les objections et d'autres interprétations.

1° La ville de Rochefort [1] ne voulait pas payer l'abonnement pour les troupes de la marine. Le ministre des finances a fait observer que

dans l'intention de la loi du 15 mai 1818, la subvention due par les villes pour les frais de casernement est destinée à compenser la dépense que les taxes d'octroi imposées sur les consommations des troupes de garnison occasionnent à l'État.

Cette intention, disait le ministre, ressort évidemment des dispositions de l'ordonnance réglementaire du 5 août 1818 de la même année, d'après lesquelles il n'y a lieu à la perception de cette subvention que dans les villes où il existe des octrois. Grâce à cette interprétation, que nous indiquons à titre de renseignement, la ville devait payer l'abonnement pour toutes les troupes, quelles qu'elles soient, logées dans le *rayon de l'octroi*. Dans l'ordonnance du 15 septembre 1831, rendue à la suite de l'avis du Conseil d'État pris sur la question, il est écrit :

Considérant que le prélèvement autorisé sur les revenus des communes par l'article 46 de la loi du 15 mai 1818 précité s'étend à toutes les troupes qui composent les garnisons des places de guerre, quels que soient leur destination et leur service dans lesdites places, d'où il suit que la ville de Rochefort n'est pas fondée... La requête est rejetée.

2° Sur la réclamation d'un certain nombre de villes contre l'application des paragraphes 9 et 10 de la circulaire du ministre de la guerre du 8 octobre 1818, basés sur ce que l'article 46 de la loi du 15 mai 1818 avait pour objet de faire profiter le Trésor d'une partie des bénéfices que les troupes de garnison faisaient réaliser aux octrois, le Conseil d'État (sections réunies) décida qu'il ne devait s'exercer aucun prélèvement pour les militaires ou che-

1. *Recueil des arrêts du Conseil d'État*, Roche et Lebon. T. V, p. 80.

vaux logés chez l'habitant, c'est-à-dire en dehors des *bâtiments ou établissements militaires*[1]. Cette interprétation est contraire à celle du ministre des finances dans l'affaire de la ville de Rochefort.

3° Le 25 mars 1840, un arrêt du Conseil d'État déclarait que le prélèvement étant une charge communale doit être acquitté, soit sur les centimes ordinaires ou facultatifs, soit sur les autres revenus.

4° La ville de Lyon se plaignit en 1846 qu'on lui fît payer l'abonnement pour des troupes formant la garnison de cette ville, mais casernées en dehors du rayon de son octroi. Cela résultait pour elle de ce que l'article 1er de l'ordonnance du 5 août 1818 soumettait seulement au prélèvement les villes percevant des octrois et parce que, prétendait-elle, les rédacteurs de la loi de 1818 avaient pensé que les villes qui subiraient le prélèvement trouveraient dans l'augmentation résultant de la présence d'une garnison une compensation des sacrifices qui leur seraient imposés. C'était là une autre interprétation : le prélèvement sur l'octroi étant un sacrifice pour la ville, il paraissait injuste de l'étendre aux troupes qui ne rapportaient rien à l'octroi. Le ministre de la guerre, consulté, rejeta les prétentions de la ville et pour cela il s'appuya sur les termes mêmes de l'article 46 de la loi du 15 mai 1818 dont la portée ne pouvait être modifiée par l'ordonnance du 5 août 1818 ; cet article 46, écrivait-il, met . . . . .

. . . les prélèvements par lui autorisés non seulement à la charge des produits de l'octroi, mais encore à la charge des autres revenus des villes et, d'autre part, ne distingue pas entre les troupes casernées dans le rayon d'octroi et celles casernées au dehors.

Il en conclut que . . . . . .

L'obligation pour les villes de contribuer aux frais de caser-

1. Séance du 17 mai 1833. Circulaire ministérielle du 7 juin 1833, *J. M. O.*, édition refondue, t. Ier, p. 204.

nement de ces dernières résulte donc du texte de la loi... Les communes, en effet, profitent du séjour des troupes, non seulement par les droits perçus sur les objets que les officiers et les soldats vont consommer en ville, mais encore par le développement de toutes les industries dont ce séjour est la cause, l'occasion et le soutien.

Cette interprétation justifiait la perception du prélèvement comme étant la contre-partie des bénéfices divers réalisés par les villes et non comme la transformation en un impôt spécial des charges antérieures légalement existantes. Le ministre de l'intérieur, consulté à son tour, donna raison aux prétentions de la ville de Lyon. Le Conseil d'État eut à se prononcer et l'ordonnance royale du 29 juillet 1846 rejeta la requête[1]. Cette ordonnance vise les lois ou décrets du 23 mai 1792, 23 avril 1810 et 7 août 1810, l'avis du Conseil d'État approuvé par l'Empereur le 29 mars 1811 et le décret du 16 septembre 1811, la loi du 15 mai 1818 et l'ordonnance royale du 5 août suivant.

Considérant qu'aux termes de l'article 46 de la loi du 15 mai 1818 les communes n'ont été déchargées des frais de casernement et des dépenses concernant les lits militaires que moyennant un prélèvement au profit de l'État qui peut l'exercer aussi bien sur les droits d'octroi que sur les centimes ordinaires, extraordinaires ou facultatifs auxquels elles sont imposées ou sur leurs autres revenus, que cet article de la loi, en fixant ce prélèvement à raison, pour chaque année d'occupation, de 7 fr par homme et de 3 fr par cheval, a compris toutes les troupes logées par l'État sans distinguer entre celles casernées dans les limites de l'octroi des communes et celles casernées hors du rayon de leur octroi ; que si l'ordonnance du 5 août 1818, rendue pour l'exécution de l'article 46 de la loi, n'a soumis à ce prélèvement que les villes qui perçoivent des octrois, cette disposition ne pourrait être invoquée par la ville de Lyon pour se faire exempter du prélèvement, puisque cette ville perçoit des droits d'octroi...

Si les considérants sont fort justes, le raisonnement de

---

1. *Recueil des arrêts du Conseil d'État,* Lebon, t. XVI, année 1846, p. 417 et suiv.

la fin de l'ordonnance ne paraît pas en être logiquement déduit.

5° En 1873, la même question que la précédente fut soulevée par la ville de Lourdes et réglée identiquement de la même façon.

Pour conclure sur ce sujet, nous nous bornerons à émettre l'avis que toutes les villes qui ont une garnison sont sujettes au prélèvement et cela sur leurs revenus quels qu'ils soient. L'ordonnance du 5 août 1818 n'a réglé le mode de perception que pour les communes ayant un octroi et ne pouvait en droit limiter à celles-ci les effets généraux de l'article 46 de la loi du 15 mai 1818. Sans cela, il suffirait à une ville de supprimer son octroi pour s'affranchir du prélèvement; ce qui paraît absolument contraire à la pensée du législateur en 1818 qui a voulu surtout unifier, en les transformant, toutes les charges imposées antérieurement aux villes pour le casernement des troupes. Comme nous l'écrivions plus haut, cette question a une grande importance, car il est des villes qui possèdent une garnison et qui, n'ayant pas d'octroi, ne sont sujettes à aucun prélèvement, et d'autre part si, suivant les idées aujourd'hui en cours, les octrois sont supprimés, il en résulterait, avec l'interprétation donnée en fait à l'article 46 de la loi de 1818, que le budget verrait disparaître une partie importante de ses ressources, à Paris par exemple [1].

---

1. D'après les renseignements qui nous ont été donnés, les prélèvements sur les octrois des villes auraient procuré (*Bulletin de statistique et de législation comparée*. Ministère des finances. Extraits concernant l'administration des contributions indirectes) :

En 1875 :	3 430 445 fr	En 1887 :	2 182 102 fr
1876 :	1 691 125 fr	1888 :	1 649 929 fr
1877 :	1 528 627 fr	1889 :	1 734 355 fr
1880 :	1 591 979 fr	1890 :	1 733 359 fr
1881 :	1 546 895 fr	1891 :	3 130 644 fr
1882 :	1 532 261 fr	1892 :	1 824 503 fr
1883 :	1 711 392 fr	1893 :	1 840 552 fr
1884 :	?	1894 :	1 905 432 fr
1885 :	1 546 964 fr	1895 :	1 947 153 fr
1886 :	1 535 541 fr		

Ce qu'il convient de noter, c'est le peu d'importance de ces chiffres par

Nous avons vu que l'ordonnance du 5 août 1818 autorisait la conversion du prélèvement en un abonnement fixe et d'une fraction courante de l'octroi. Les bases suivant lesquelles cette conversion pouvait se faire ont été indiquées dans une circulaire du ministre de l'intérieur du 7 septembre 1836. Ce sont : 1° le nombre des troupes qui sont présumées devoir former la force de la garnison pendant la durée de l'abonnement ; 2° la quantité des objets consommés par les troupes et le tarif des droits établis sur ces objets. Le nombre présumé des troupes est évalué en prenant l'effectif moyen pendant les cinq dernières années, déduction faite des journées des militaires aux hôpitaux et en prison. On suppose que cet effectif sera à peu de chose près constant pendant la durée future de l'abonnement, qu'il est donc prudent de limiter ; c'est la durée de cinq ans qui a paru devoir être adoptée d'une manière uniforme. Le produit de la consommation de chaque soldat peut être établi en enlevant du produit net de l'octroi celui des objets qui n'entrent pas dans la consommation des troupes, comme les matériaux de construction, si les casernes ne sont pas entretenues aux frais de l'État et comme les fourrages dans les garnisons d'infanterie. Si l'on divise ce produit par le chiffre de la population de la ville augmentée de l'effectif moyen de la garnison, on aura la part de chaque consommateur. Cette part, multipliée par l'effectif moyen de la garnison, donnera la somme la plus équitable possible pour l'abonnement à faire autoriser. D'un autre côté, dans le calcul de ce taux d'abonnement rien n'empêche de tenir compte des sacrifices que les com-

---

rapport à l'effectif entretenu de l'armée ; cela peut résulter soit d'exemptions spéciales à certaines villes en raison des sacrifices consentis par elles pour aider l'État dans la construction des casernes, soit du nombre de villes n'ayant pas d'octroi qui, par ce fait, se trouvent déchargées de cet impôt. Si toutes les communes étaient soumises au prélèvement de 7 fr par homme et 3 fr par cheval, le budget bénéficierait, pour un effectif de 400 000 hommes, d'une somme approximative de 3 000 000 fr au moins.

munes se sont imposés volontairement pour les dépenses de la réorganisation du casernement [1].

Nous ne nous étendrons pas davantage sur le mode de perception de l'abonnement. Cette question est traitée en tous détails dans les documents suivants que nous avons résumés et que nous nous bornons à indiquer.

Ordonnance du 5 août 1818, titre Ier, articles 1 à 11 ; circulaire du 3 septembre 1818 (administration des contributions indirectes) ; circulaire du ministre de la guerre du 8 octobre 1818 ; circulaire du ministre de la guerre du 28 octobre 1829 ; arrêt du Conseil d'État du 15 septembre 1831 ; circulaire du ministre de l'intérieur du 7 septembre 1836 ; circulaire du ministre de la guerre du 14 octobre 1836 ; arrêt du Conseil d'État du 18 mai 1837 ; arrêt du Conseil d'État du 29 juillet 1846 ; arrêt du Conseil d'État du 1er juin 1849 ; arrêt du Conseil d'État du 10 janvier 1873.

Les obligations des villes se trouvaient donc définies par la loi du 10 juillet 1791, celle du 23 mai 1792 et l'article 46 de la loi du 15 mai 1818. Voilà le terrain légal. En réalité, que devinrent ces obligations ? nous venons de traiter la question au point de vue du prélèvement. Dans un règlement du 20 juillet 1824, le ministre de la guerre crut devoir préciser les obligations qui résultaient des lois de 1791 et 1792. Comme nous l'avons dit, nous laisserons de côté les troupes de passage au sujet desquelles la situation des villes fut toujours fort nette. Ce nouveau document ne pouvait ni étendre ni modifier les obligations légales, toutefois il renfermait quelques dispositions qui leur sont contraires, mais qui furent cependant acceptées par les populations, parce que probablement l'usage les consacrait et que le maire de la commune alors agent du gouvernement et désigné par lui s'empressait d'obéir. C'est ainsi que nous voyons reparaître l'obligation, moyennant l'indemnité de la loi de 1792, de fournir des

1. Circulaire du ministre de l'intérieur du 30 août 1874.

lits dans les bâtiments militaires lorsque ceux-ci sont en nombre insuffisant [1]. Bien plus, le 11 décembre 1830, dans une circulaire, le ministre affirme que la loi du 23 mai 1792 est encore applicable sous ce rapport.

Dans toutes les places dont les fixations sont au-dessous de la contenance des bâtiments affectés au couchage, il devra (aux termes de l'article 4 du règlement annexé à la loi citée) être fourni des lits par les habitants moyennant un loyer de dix centimes par nuit. Cette disposition est exécutée journellement avec un empressement louable dans plusieurs villes, sur la simple annonce de l'arrivée des troupes ; elle le sera avec le même succès partout où les habitants rencontreront ce moyen de s'exempter du logement en nature.

Cette dernière considération et peut-être aussi celle des avantages généraux dus à la présence d'une garnison nombreuse paraissent être les motifs du louable empressement des villes. Toutefois, les intendants militaires étaient *autorisés* à remplacer la réquisition et son indemnité par des locations de matériel chaque fois que c'était possible.

Autre aggravation (art. 101) : Lorsqu'un . . . . . corps ou détachement arrive dans une place pour y tenir garnison, la troupe est considérée comme étant encore en marche et logée chez l'habitant pour une nuit ou deux au plus. . . . .

C'était là une extension, en faveur des troupes de garnison, de la servitude du logement des troupes de passage, car si les bâtiments militaires sont suffisants, il appartient à l'autorité militaire de pourvoir au logement de la troupe dès son arrivée.

Quoique l'article 129 du règlement rappelât, d'après l'article 2 du titre V de la loi du 10 juillet 1791 et l'article 8 du règlement annexé à la loi du 23 mai 1792, qu'il y avait obligation de faire connaître aux maires la contenance du logement et l'ameublement des bâtiments militaires situés sur le territoire de leur commune, cela ne se

---

1. Art. 100, 106, 121, 122, 135, 136, 137.

faisait pas. Il en résulta qu'à l'arrivée de nouvelles troupes pour ne pas modifier l'assiette du logement d'une garnison, on revint aux anciens errements et on usa trop facilement de la possibilité de les loger chez l'habitant. Cela donna lieu à une augmentation considérable des indemnités à payer par le budget de la guerre ; aussi le ministre insista, dans une circulaire du 29 juin 1827, sur ce point . . . . . .

. . . qu'il ne devait être placé à demeure chez l'habitant aucun détachement, aucun sous-officier et soldat, aucun cheval appartenant à des corps de troupe en station qu'autant qu'il serait constaté que les bâtiments militaires de la place sont totalement occupés et momentanément insuffisants. En ce cas même, la prestation du logement par les villes ne doit être que temporaire et il y a lieu de suppléer, par des locations consenties de gré à gré, au défaut de capacité des quartiers partout où leur insuffisance paraît devoir être permanente.

Le règlement de 1824 avait un mérite, c'est qu'étant obligatoire pour les agents du département de la guerre, il limitait, principalement en ce qui concerne les troupes de passage, leurs exigences vis-à-vis des communes dont les représentants étaient peu au courant de la législation de 1791 et 1792 modifiée par celle de 1818. Ce règlement servait de commentaire et d'interprétation et s'il contenait des dispositions nouvelles et aggravantes, elles s'expliquaient cependant par des mesures d'ordre indispensables et la nécessité de l'installation rapide des troupes.

La valeur persistante des lois de 1791, 1792 et 1818 se trouva de nouveau consacrée dans l'application qui en fut faite en Algérie [1].

Un règlement sur le service du casernement, établi le 17 août 1824, ne renferme aucune disposition contraire à ces lois ; le titre V de la loi du 10 juillet 1791 y est même

1. Arrêté du 19 décembre 1848. — Décret du 14 septembre 1854.

rappelé comme un commentaire de l'article 111 de ce règlement relatif aux . . . . . formalités à remplir en cas d'impossibilité de trouver de gré à gré des bâtiments à prendre à loyer par suite de l'insuffisance des bâtiments militaires.

Toutefois, cet article 111 avait fait un complément qui ressemble à une réquisition, avec un caractère impératif que n'a pas l'article 8 du titre V de la loi du 10 juillet 1791; il y est écrit en effet :

En cas de non-conciliation sur le prix du loyer, il y est pourvu par une fixation judiciaire. S'il y a urgence, l'autorité civile désigne les locaux qui doivent être mis à la disposition des troupes ou de l'administration militaire ; sous la condition d'acquitter le prix de location qui sera ultérieurement déterminé.

A ces prescriptions nous ne ferons qu'une objection, c'est que les règlements du ministre de la guerre n'ont aucune force vis-à-vis des particuliers, des juges et des communes ; ils n'obligent que les représentants du ministre de la guerre et ne peuvent être opposés à d'autres.

Le règlement sur le service du casernement du 30 juin 1856, qui a remplacé celui du 17 août 1824, ne fait que reproduire ce dernier en ce qui concerne le sujet qui nous occupe (art. 2 et 126).

C. Depuis la loi de 1877 sur les réquisitions.

Telle a été la législation en vigueur jusqu'à la loi du 3 juillet 1877 sur les réquisitions militaires, dont l'article 56 renferme les dispositions suivantes :

Sont abrogées toutes les dispositions antérieures relatives aux réquisitions militaires et notamment le titre V de la loi du 10 juillet 1791 et les lois du 23 mai 1792...

La mission du législateur... est de faire table rase de tous ces décrets, lois ou règlements qui n'auront plus de raison d'être afin d'éviter d'un côté qu'on ne vienne faire appel dans un moment de crise à des dispositions draco-

niennes tombées en désuétude, de l'autre qu'on ne se croie obligé d'aller chercher dans des articles oubliés telle ou telle règle que la loi actuelle n'abrogerait pas (*Rapport du baron Reille*).

Dans ces conditions subsistent encore le titre IV de la loi du 10 juillet 1791, l'article 46 de la loi de finances du 15 mai 1798 et l'ordonnance du 5 août 1818, sauf, pour cette dernière, en ce qui concerne le paiement des indemnités en cas de logement chez l'habitant.

Sont définitivement supprimés : le titre V de la loi du 10 juillet 1791, la loi du 23 mai 1792 avec son règlement annexe, le règlement du 20 juillet 1824, l'article 126 du règlement du 30 juin 1856.

Pour l'interprétation de la loi du 3 juillet 1877, il convient de consulter : l'exposé des motifs précédant le projet de loi de M. le général de Cissey (*Journal officiel du 15 avril 1876*) ; le rapport fait au nom de la commission de la Chambre des députés chargée d'examiner le projet de loi, rédigé par le baron Reille (*Journal officiel des 19 et 20 août 1876*) [1] ; le compte rendu de la séance de la Chambre des députés du 20 février 1877 ; le rapport fait au nom de la commission du Sénat par M. le colonel de Bastard (*Journal officiel du 24 mai 1877*) ; les règlements d'administration publique rendus en exécution de la loi sur les réquisitions du 2 août 1877, du 9 avril 1878, du 8 août 1885, du 23 novembre 1886. Les décrets spéciaux sur le service intérieur des troupes, sur le service en campagne, sur le service dans les places de guerre et villes de garnison, renferment en outre des dispositions intéressant spécialement l'autorité militaire.

Pour rester dans les limites de notre étude, nous n'examinerons la question qu'au point de vue du logement des troupes de garnison.

---

1. Dans ces deux rapports se sont glissées quelques inexactitudes sur l'interprétation ou la portée des lois de 1791 et 1792.

D'abord l'obligation pour l'État de pourvoir au logement des troupes de garnison résulte des articles 4, 5, 6, 7 du titre IV de la loi du 10 juillet 1791 et de l'article 46 de la loi du 15 mai 1818. La garnison d'une ville vient-elle à être augmentée pour quelque raison que ce soit, c'est à l'État à pourvoir par achats, locations ou constructions neuves au logement de la troupe. Les officiers doivent se loger à leurs frais. Si la situation est difficile, les indemnités spéciales de rassemblement viennent en aide aux intéressés.

Pour faciliter l'installation des garnisons, en raison même des avantages que leur présence procure aux villes, celles-ci ont offert de prendre à leur charge une partie des dépenses qui incombent légalement à l'État. De nombreuses conventions présentant les formes les plus diverses sont intervenues pour régler le concours des communes. Pour les unes, ce concours a été seulement pécuniaire, soit sous la forme d'un subside, soit par des avances remboursables à des échéances éloignées, ou par ces deux procédés à la fois. D'autres ont acheté et cédé à l'État le terrain nécessaire pour les constructions, pour les champs de tir ou pour les champs des manœuvres. Certaines ont mis définitivement ou temporairement à la disposition de l'État des bâtiments et des terrains. L'installation d'un service hospitalier pour les militaires a été souvent l'objet d'une part importante dans l'ensemble des charges consenties. Plusieurs villes ont complété leurs offres en assurant gratuitement ou à des conditions favorables l'alimentation en eau, en gaz d'éclairage des établissements militaires ou bien encore en prenant à leur charge la construction des égouts nécessaires à l'évacuation des eaux usées provenant des casernes. On conçoit d'après cela combien peuvent être variables les clauses de semblables conventions.

Cependant, malgré la concordance qui existe entre l'assiette du recrutement difficile à modifier en France et la répartition des garnisons, ces conventions présentent un aléa ; l'État ne peut en effet s'engager pour toujours à

maintenir dans une ville une garnison à effectif déterminé. Il n'y a pas d'ailleurs de contrat perpétuel. D'autre part, une nouvelle répartition des troupes sur le territoire peut être commandée par des intérêts majeurs, hors de discussion, devant lesquels les intérêts des villes doivent céder; Dans le cas de départ d'une garnison, les installations restent là ; les dépenses faites par les villes et par l'État deviennent improductives. En prévision de cette situation, plusieurs villes se sont réservé la propriété du champ de manœuvre et des champs de tir, dont elles ont seulement cédé la nue propriété à l'État ; on conçoit de même qu'une pareille disposition pourrait être admise pour le terrain et les bâtiments d'une caserne ou d'un établissement quelconque, à l'érection duquel une commune aurait contribué.

A défaut de ces installations prévues et étudiées à l'avance et qui ont un caractère de permanence, on peut recourir à la *loi sur les réquisitions*.

Cette loi est limitée dans son application aux . . . .

. . . . . cas de mobilisation partielle ou totale de l'armée ou de rassemblement de troupes (art. 1er, loi du 3 juillet 1877).

En laissant de côté le cas de mobilisation, les rassemblements de troupes sont évidemment des faits qui n'apportent qu'une modification transitoire à l'état normal de la répartition des troupes sur le territoire, comme par exemple une convocation de réservistes et de territoriaux ou une augmentation d'effectif résultant des craintes de guerre. La durée du rassemblement est fixée par le ministre de la guerre[1]. Elle peut être prorogée de la même manière si les circonstances l'exigent, comme par exemple pendant une période de tension politique préliminaire d'une mobilisation. Que cette durée vienne à se prolonger, nous retrouvons là les circonstances qui ont motivé autrefois le

1. Art. 1er de la loi du 3 juillet 1877. — Art. 2 du règlement du 2 août 1877.

titre V de la loi du 10 juillet 1791 (art. 5, 8, 9), que la loi nouvelle sur les réquisitions a abrogée et remplacée.

Quelle est l'étendue de la servitude du logement ?

Le logement des troupes en station... chez l'habitant est l'installation, faute de casernement spécial, des hommes, des animaux et du matériel dans les parties des maisons, écuries, remises ou abris des particuliers reconnus à la suite d'un recensement, comme pouvant être affectés à cet usage et fixées en proportion des ressources de chaque particulier ; les conditions d'installation afférentes aux militaires de chaque grade, aux animaux et au matériel étant d'ailleurs déterminées par les règlements en vigueur.

Il résulte de là, pour l'autorité militaire, l'obligation d'utiliser d'abord tous les bâtiments du casernement qui existent dans la localité avant d'imposer le logement aux habitants ; ensuite de ne pas dépasser pour l'établissement de la troupe les ressources du logement reconnues à l'avance ; enfin pour la connaissance de ces ressources de se conformer à des prescriptions réglementaires *en vigueur*.

Art. 2. — Toutes les prestations donnent droit à des indemnités représentatives de leur valeur, sauf dans les cas spécialement déterminés par l'article 15 de la présente loi,

c'est-à-dire pour les troupes de passage, le cantonnement pendant les manœuvres et la période de mobilisation ; nous n'envisageons aucun de ces cas. Cette indemnité a été fixée par l'article 33 du décret du 2 août 1877, modifié par celui du 23 novembre 1886 à raison de 1 fr par lit d'officier et par nuit, 0,20 fr par lit de sous-officier et soldat et par nuit, 0,05 fr par place de cheval ou mulet et par nuit (plus le fumier) [1].

En échange de cette indemnité : . . . . . .

... en cas d'insuffisance de bâtiments militaires destinés au logement des troupes dans les places de guerre ou les villes de garni-

---

1. Art. 17 de la loi du 3 juillet 1877.

son, ... de même dans les villes, villages, hameaux et maisons isolées..., il y est suppléé au moyen de maisons ou d'établissements *loués par les municipalités*, reconnus et acceptés par l'autorité militaire, ou au moyen du logement des officiers et des hommes de troupe chez l'habitant. Cette disposition est également applicable à la fourniture des magasins et des écuries (art. 9 de la loi du 3 août 1877).

Ainsi, en cas de rassemblement des troupes et d'insuffisance des bâtiments militaires, les communes sont tenues, moyennant indemnité, de loger la troupe et les officiers, soit au moyen de locations à leur charge, soit chez l'habitant. Les dispositions des lois de 1791 et 1793 étaient moins onéreuses, les locations étaient au compte de l'État et les officiers devaient se loger à leurs frais avec l'indemnité spéciale qui leur était attribuée.

En ce qui concerne les magasins, le règlement du 2 août 1877 n'ayant prévu aucune indemnité, il y aura lieu de la régler spécialement, conformément aux prescriptions, du titre V de la loi du 3 juillet 1877[1].

En toutes circonstances les troupes auront droit, chez l'habitant, au feu et à la chandelle[2]. . . . . .

Cette prescription gagnerait à être définie. L'expression est ancienne, mais elle est insuffisante ; en matière d'obligations, il convient de ne rien laisser dans le vague.

L'établissement des ressources des communes au point de vue du logement s'effectue de la manière suivante :

Tous les trois ans, les maires dressent un état des ressources que peut offrir leur commune au point de vue du logement et du cantonnement en distinguant, s'il y a lieu, l'agglomération principale et les hameaux détachés[3]. Cet état fait ressortir, au point de vue du logement : 1° le nombre de chambres et de lits affectés aux officiers ; 2° le nombre de places pour sous-officiers à raison d'un lit pour chacun

---

1. Art. 2 de ladite loi.
2. Art. 16 de la loi du 3 juillet 1877.
3. Art. 10 de la loi du 3 juillet 1877 et 23 du décret du 2 août 1877.

d'eux ; 3° le nombre de places pour caporaux et soldats, à raison d'un lit, ou au moins d'un matelas et d'une couverture pour deux [1] ; 4° le nombre de chevaux, mulets, bestiaux et voitures qui peuvent être installés dans les écuries, étables et remises.

Dans l'établissement des ressources du logement les maires tiennent compte des exceptions prévues par la loi dans ses articles 12 et 13 et à l'article 23 du décret du 2 août suivant, modifié par le décret du 23 novembre 1886.

Il résulte des prescriptions de la loi que la servitude du logement est à la fois une servitude réelle en ce qui concerne l'utilisation des immeubles existants et une servitude personnelle pour tous les habitants qui sont dispensés de fournir le logement en nature.

Le recensement une fois fait est communiqué à l'autorité militaire [2]. Les résultats sont adressés aux généraux commandant les régions, par l'intermédiaire des préfets. Dans ces circonstances, les maires agissent donc comme agents du gouvernement et délégués de l'administration supérieure [3]. Dans ce rôle, ils sont en présence de deux intérêts différents : celui des troupes ou de l'État et celui des habitants ; et c'est pour qu'ils puissent le remplir qu'il conviendrait de leur donner un ensemble de prescriptions de détails comme celles du règlement annexé à la loi du 23 mai 1792, qui les mettrait à l'abri des réclamations de leurs administrés ou de l'autorité militaire. Rien ne subsiste plus à ce sujet et on chercherait vainement ce que la loi désigne dans son article 8 par *règlements en vigueur*.

Les états dressés par les maires peuvent être revisés en tout ou en partie aux époques fixées par le ministre de la guerre [4]. Cette revision ne saurait avoir d'autre objet

---

1. Encore un écho du règlement de 1792.
2. Art. 10 de la loi.
3. Art. 92 de la loi municipale du 5 avril 1884.
4. Art. 10 de la loi. — Art. 24 du décret du 2 août 1877.

que de fournir aux maires des indications sur les exigences de l'autorité militaire et l'intervention des officiers chargés de ce travail semble devoir suppléer à l'absence que nous avons signalée des *règlements en vigueur* ; elle se présente donc comme une acceptation tacite des dispositions adoptées. En effet, l'autorité militaire fait imprimer ou autographier les tableaux de recensement et en envoie des extraits aux maires des communes.

La loi ne prévoit pas la possibilité d'un conflit entre les officiers reviseurs ou le commandement et les maires ; elle ne fournit aucun moyen de le régler.

En possession de l'extrait des tableaux récapitulant les ressources du logement, les maires entrent dans le détail et dressent, avec le concours des conseillers municipaux, un état indicatif des ressources de chaque maison pour le logement des troupes d'après le nombre fixé par le tableau de recensement. Lorsqu'ils sont requis de loger les militaires, ils suivent le plus exactement possible l'ordre de cet état indicatif [1].

D'autre part, dans son rapport, le baron Reille avait écrit :

> Ne sont pas du domaine législatif toutes les dispositions accessoires contenues dans les nombreux articles du règlement de 1792 et fixant l'étendue du logement affecté aux officiers des divers grades, aux sous-officiers et aux soldats, les ustensiles qui doivent être fournis aux officiers généraux, le mobilier des chambres, la composition des lits, les époques auxquelles les draps doivent être changés, etc... Des mesures semblables peuvent varier suivant les époques, les désignations des grades peuvent changer ; il semble donc que ce soient là des matières que la loi doit éliminer et qu'il appartient au règlement de déterminer.

Dans la discussion de la loi ces conclusions furent admises sans observations et l'article 18 porte :

Un règlement d'administration publique fixera les détails d'exé-

1. Art. 23, 24, 25 et 26 du règlement du 3 août 1877.

cution du logement des troupes en dehors des bâtiments militaires, notamment les conditions du logement attribué aux militaires de chaque grade..

Le pouvoir exécutif, avec l'aide du Conseil d'État, avait donc toute facilité pour asseoir la servitude du logement comme il convenait à l'intérêt des troupes. Le règlement du 2 août et les documents qui suivirent sont muets sur ces points qu'il serait important de fixer pour limiter les exigences de l'autorité militaire ou assurer à l'armée un minimum de bien-être et forcer, d'autre part, la mauvaise volonté des communes. En se reportant au règlement annexé à la loi du 23 mai 1792 et à celui de 1824, on trouverait les indications encore précieuses sur l'étendue du logement affecté aux officiers et employés de différents grades, à leurs domestiques, à leurs bureaux, sur le mobilier des chambres, sur la composition des lits, sur le nombre des pièces à feu, sur l'installation des cuisines, sur l'éclairage des locaux, sur l'établissement des postes de police, sur l'utilisation des écuries, etc., etc. Ces indications pourraient servir de base au règlement à intervenir.

Le règlement sur le service intérieur des troupes (*Décret du 20 octobre 1892*) indique sur le sujet qui nous occupe, article 427 (*Infanterie*), nourriture et logement :

Les hôtes sont tenus de fournir pour les hommes, la place au feu et à la lumière et les ustensiles pour préparer et manger le repas... Il est dû pour deux caporaux et soldats, et, autant que possible, pour chaque sergent un lit garni d'une paillasse, d'un matelas ou d'un lit de plume, d'une couverture de laine, d'un traversin et d'une paire de draps propres. Chaque adjudant, sergent-major ou tambour-major a droit à un lit...

Cet article a pour objet de compléter l'insuffisance des articles 16, 17 de la loi du 3 août 1877 et 33 du décret du 3 août 1877 ; il est évidemment inspiré de la loi du 23 mai 1792 ; or, nous savons qu'elle est abrogée. D'autre part, le

décret du 20 octobre 1892 n'a pas été rendu en exécution de la loi sur les réquisitions, il ne peut donc avoir aucune force obligatoire vis-à-vis des habitants. On sait en effet qu'aujourd'hui la loi seule oblige les citoyens et que le pouvoir exécutif n'a d'autorité pour compléter l'insuffisance de la loi que si cette autorité lui a été donnée dans chaque cas par la loi elle-même. Tout décret ou tout arrêté du Président de la République qui ne se rapporte pas aux dispositions législatives qui lui donnent sa valeur doit être considéré comme sans portée et sans aucune sanction (*Code pénal*, art. 171, 15°). C'est dans cette vue que l'article 18 de la loi du 3 juillet 1877 a été rédigé ; le règlement d'administration publique à intervenir doit viser cet article pour pouvoir s'imposer à tout le monde.

Nous n'avons maintenant rien à ajouter aux conditions dans lesquelles doit s'exercer la réquisition, sur les répartitions de la servitude du logement dans la commune et l'installation de la troupe à son arrivée, sur le séjour de la troupe, sur son départ, et enfin sur le règlement des indemnités dues par l'État. Tous ces points sont suffisamment élucidés par la loi et les règlements d'administration publique qui la complètent, par les règlements sur le service intérieur des troupes et le service dans les places. Le mauvais vouloir des maires et des habitants, les abus de l'autorité militaire en matière de réquisition sont réprimés par des peines prévues aux articles 21 et 22 de la loi du 3 juillet 1877.

Il nous reste cependant une observation à présenter : la réquisition du logement ne doit être faite qu'en cas d'insuffisance des bâtiments militaires. La seule déclaration de l'autorité militaire qui réquisitionne semble suffire ; le maire est-il admis à discuter cette déclaration ? Les lois de 1791 et 1792 avaient prévu la difficulté, mais sur ce point elles sont abrogées et leurs dispositions n'ont pas été reproduites dans la loi du 3 juillet 1877. Et cependant si le maire, prétendant que les bâtiments militaires peuvent

contenir une partie des troupes dont on impose le logement à la commune, se refuse à satisfaire complètement à la réquisition, il ne pourra être condamné à la peine mentionnée à l'article 21 de la loi que si l'insuffisance des bâtiments militaires est prouvée. Ce sera à la justice de trancher le débat. Ne vaudrait-il pas mieux, pour éviter les contestations, compléter sur ce point le silence de la loi?

C. LECOMTE,
Lieutenant-colonel du génie.

SUR

LE

CAHIER DES CLAUSES ET CONDITIONS GÉNÉRALES

DES

MARCHÉS DE TRAVAUX MILITAIRES

Il y a dans tout marché de travaux militaires des clauses et conditions d'un caractère tout à fait général qui règlent les droits et obligations réciproques de l'entrepreneur et de l'État, quelles que soient la forme et l'espèce du marché et quel que soit le service chargé de la direction des travaux.

Ces clauses et conditions sont contenues dans un cahier arrêté par le ministre de la guerre le 17 juillet 1889, applicable à tous les travaux.

Bien qu'il soit difficile d'admettre que dans un même ministère, les principes généraux puissent varier d'un service à l'autre, chacun des services constructeurs de la guerre avait autrefois son cahier et ses règles spéciales. C'est le décret du 17 avril 1889, portant règlement sur les travaux militaires, qui, en les soumettant à des règles uniformes, a décidé qu'à l'avenir il n'existerait plus pour la Guerre qu'un seul cahier des clauses et conditions générales.

C'est un progrès notable, mais pourquoi s'arrêter en si bonne voie?

Pourquoi les règles fondamentales des marchés de travaux publics de l'État diffèrent-elles d'un ministère à l'autre?

Pourquoi un cahier des clauses et conditions générales pour le service des ponts et chaussées et un autre pour les services de la guerre?

Il est évident que la diversité des travaux peut entraîner des dispositions variables avec chaque département ministériel, et qu'il serait peut-être excessif de chercher à les uniformiser d'une manière absolue ; mais ces dispositions différentes ne sauraient être que des dispositions techniques et de détail qui trouveraient leur place dans le cahier des charges spéciales essentiellement variable, non seulement avec chaque ministère, mais encore avec chaque service et chaque entreprise.

Nous allons plus loin : pourquoi le cahier des clauses et conditions qui donne les règles générales, les bases fondamentales du contrat, ne ferait-il pas l'objet d'une loi ou d'un décret applicable à tous les services constructeurs de l'État, de même que les formes dans lesquelles sont passés tous les marchés au nom de l'État sont identiques et réglées par un même décret, celui de 1882?

En fait, les principaux services constructeurs de l'État ont déjà à peu près les mêmes clauses et conditions générales. En effet, le cahier de 1866 des ponts et chaussées a servi de type à l'administration des Beaux-Arts, à la direction des bâtiments civils de l'État et des palais nationaux et au service des travaux hydrauliques et bâtiments civils de la marine.

Or, les divergences entre le cahier de la guerre et celui des ponts et chaussées sont relativement peu nombreuses. On peut donc admettre que l'entente s'établirait facilement entre les différents ministères sur la rédaction d'un décret réglant les bases générales des marchés de travaux de l'État.

Il est très désirable que les entrepreneurs de travaux publies soient assurés de trouver dans les divers départements ministériels les mêmes principes.

Ce n'est pas chose aussi facile qu'on pourrait le croire

au premier abord que de bien connaître les clauses et conditions générales d'un marché. Pourquoi vouloir compliquer à plaisir cette étude aussi bien pour les agents de l'administration que pour les entrepreneurs ?

D'ailleurs, n'est-il pas arrivé souvent que les ingénieurs des ponts et chaussées ont prêté leur concours à la guerre, notamment en 1840, pour la construction des fortifications de Paris et plus récemment encore pour la construction des casernes ?

N'est-il pas utile que ces ingénieurs, s'ils viennent à être détachés au génie, ce qui peut arriver encore, ne rencontrent d'autres différences dans les règles que celles qui répondent à des nécessités spéciales et qui trouvent tout naturellement leur place dans les cahiers des charges spéciales ?

En dehors de toute autre considération, comment admettre qu'un entrepreneur sera traité différemment suivant qu'il construira une caserne pour un régiment de ligne ou pour un régiment d'infanterie de marine, et cela quelquefois dans la même ville ?

Ne sont-ce pas toujours, en définitive, des travaux payés sur le même budget de la même personne administrative : l'État ?

En ce qui concerne les autres départements ministériels, il est vrai que le conseil général des bâtiments civils a pour mission d'éclairer l'administration sur les projets qu'elle fait exécuter au compte de l'État et qui ne rentrent pas dans la compétence de la direction des bâtiments civils.

Ce conseil examine bien les plans, devis et cahier des charges, mais il n'impose pas un type de cahier des clauses et conditions générales ; il se borne à donner son avis sur les clauses du marché qui lui sont proposées, lesquelles diffèrent d'un ministère à l'autre.

Si les divergences ne sont pas essentielles entre les bases des marchés de la guerre, de la marine, des travaux publics et des beaux-arts, on n'en pourrait dire autant des

autres ministères, dont les cahiers des charges varient souvent avec la localité même où sont exécutés les travaux.

Et cependant, ce n'est pas douteux, les entrepreneurs de l'État, qu'ils travaillent pour les finances, l'intérieur ou la guerre, doivent être assujettis aux mêmes règles, aux mêmes obligations et doivent avoir les mêmes droits. L'uniformité dans les conventions amènerait l'ordre et, avec l'ordre, l'économie dans les finances.

Toutefois, si le cahier des clauses et conditions générales est l'une des pièces principales du contrat, il n'a que la valeur d'une simple convention.

Une circulaire du ministre, ou même le cahier des charges spécial à une entreprise donnée, revêtu de l'approbation ministérielle, pourrait modifier ce cahier, changer le sens et la portée des clauses, puisqu'il n'est lui-même qu'une simple décision ministérielle, mais, bien entendu, avant la conclusion du contrat, car une fois l'adjudication approuvée, les conventions ne sauraient être changées que par le consentement mutuel des deux parties contractantes.

Le cahier des clauses et conditions générales du génie a été souvent modifié : le devis modèle imprimé en l'an VII a été remplacé par le devis modèle de 1823 ; en 1857, parut le devis général des travaux du génie ; un cahier des clauses et conditions générales des marchés du service du génie fut arrêté par le ministre de la guerre, le 25 novembre 1876.

Enfin, le 1er décembre 1887, le ministre approuva un cahier des clauses et conditions générales imposées aux entrepreneurs des travaux militaires et applicable à tous les services constructeurs de l'armée. Ce cahier de 1887 n'était que provisoire et fut mis en essai dans les différents services.

C'est ce cahier qui a donné naissance au cahier de 1889, lequel régit actuellement et d'une façon générale ce qui

est relatif à la passation des marchés de travaux, à leur exécution, au règlement des dépenses. aux paiements, aux contestations, etc.

Il existe en Italie, en Allemagne et en Belgique des cahiers renfermant les bases générales des marchés, analogues à notre cahier de 1889.

En Italie, les conditions générales des entreprises des travaux du génie militaire ont été approuvées par décret royal du 14 juillet 1887.

Ces conditions, *Condizioni generali per l'appalto dei lavori del genio militare,* ont trait aux stipulations du contrat, à l'exécution des travaux, aux métrés, aux paiements, etc...

Les conditions générales applicables aux entreprises de travaux concernant le service du génie militaire belge ont été approuvées par le ministre de la guerre à la date du 21 février 1885 et donnent comme en France et en Italie, dans un chapitre I^er^, les clauses et conditions générales des marchés et, dans un chapitre deuxième, des indications techniques sur les matériaux et sur leur mise en œuvre.

Il existe en Allemagne des ordonnances spéciales pour chaque nature de travaux militaires.

Ainsi, l'ordonnance du 27 janvier 1884 donne les prescriptions relatives aux marchés de fournitures et de travaux pour la construction des forts ; celle du 20 mars 1888 se rapporte aux travaux de garnison.

Les clauses et conditions d'un caractère général de ces différents contrats sont à peu près les mêmes ; on peut prendre comme type l'ordonnance du 20 mars 1888 qui stipule, annexe I, « les conditions générales des contrats pour l'exécution des travaux de garnison [1] ».

Donnons maintenant un rapide historique de ce cahier des clauses et conditions générales qui contient les bases des marchés de travaux militaires.

---

1. *Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Garnisonsbauten.*

L'arrêt rendu par le conseil du roi le 26 mars 1604 sur l'inspiration de Sully avait eu pour effet de mettre l'ordre dans les travaux de fortification dont la direction avait été jusque-là à peu près complètement abandonnée à l'arbitraire des gouverneurs de provinces ; mais cet arrêt, qui eut surtout pour effet de réglementer les adjudications et les toisés, était muet sur les obligations réciproques de l'entrepreneur et de l'administration.

Toutefois, l'importance de cet arrêt, duquel on peut dire que date en France le premier essai de réglementation des marchés de travaux militaires, nous engage à en rapporter ici les principales dispositions.

Art. II. — Tous les ouvrages seront donnés, si cela se peut, à prix fait, selon les formes et solennités accoutumées.

Art. VII. — Les gouverneurs et contrôleurs ne pourront donner aux entrepreneurs à faire plus de travail que ne monte l'argent que Sa Majesté aura tous les ans particulièrement ordonné à chaque place.

Art. IX. — Lorsque le travail sera fait et parfait, le contrôleur général avec l'ingénieur de la province, ou, en son absence, le conducteur de ses dessins, se transporteront sur les places pour toiser et recevoir tous les ouvrages en présence du gouverneur ou lieutenant-général de la province, s'ils s'y veulent trouver, et, en leur absence, du gouverneur de la place et de son lieutenant, selon la teneur des prix faits, selon lesquels et les clauses du marché sera ordonné du parfait paiement desdits ouvrages ainsi que de raison.

Art. XI. — Tous les acquits rapportés par les trésoriers des fortifications et autres pour le fait des fortifications seront contrôlés par les dits contrôleurs généraux, et, faute de ce faire, Sa Majesté défend aux gens de sa chambre des comptes d'y avoir aucun égard.

Colbert avait bien posé quelques principes, en matière de marchés de travaux militaires :

Ainsi, partisan absolu de la *personnalité* du contrat, il défendait les sous-entreprises ; il recommandait de n'avoir qu'un entrepreneur dans chaque place et proscrivait énergiquement les marchés qui, pour diverses natures d'ouvrages, admettaient différents entrepreneurs.

« Ceux qui vous ont porté à faire ces divers marchés, écrit-il, ou ont beaucoup de confusion dans l'esprit, ou ne veulent pas être gens de bien. »

A l'exemple de Colbert, Louvois s'était aussi appliqué à régler l'administration des fortifications et avait fait rendre sur ce sujet d'utiles ordonnances.

Mais ni Colbert, ni Louvois n'avaient songé à régler les rapports de l'administration avec les entrepreneurs et à protéger ces derniers contre les prétentions arbitraires des agents administratifs.

La juridiction des intendants remplaçait nos tribunaux administratifs et prononçait souverainement sur toutes les contestations qui pouvaient s'élever au sujet de l'exécution du marché.

C'est le maréchal de Vauban qui, le premier, traça avec précision les fonctions des intendants relatives aux marchés de travaux militaires.

« C'est l'intendant, écrit-il, qui, au nom du Roi, doit conclure tous les marchés des ouvrages, recevoir les toisés et ordonner les paiements de quelque nature qu'ils puissent être..... mais il ne doit ordonner du paiement des ouvrages que sur le certificat de l'ingénieur. »

C'est également Vauban qui précisa le rôle de l'ingénieur dans les travaux de fortifications et la conduite qu'il devait tenir vis-à-vis des entrepreneurs.

Dans un remarquable mémoire : *L'Ingénieur de la place,* il s'exprime en ces termes :

« L'ingénieur fera tous les ans un livre, où chaque article de l'état des ouvrages ordonnés pour la même année aura sa feuille en particulier, dans laquelle tous les paiements de la dépense seront rapportés en gros et en détail,

depuis le commencement de son exécution jusqu'à la fin, et ce suivant et conformément aux marchés qui en auront été faits et aux comptes et toisés qui seront arrêtés de temps en temps avec les entrepreneurs. »

Et plus loin, dans le même mémoire, à propos de l'exécution des travaux et des toisés :

« Les entrepreneurs n'en commenceront aucun en gros ni en détail qu'on ne leur en ait auparavant donné la figure et l'étendue au juste, marqué toutes les hauteurs et profondeurs et fait un toisé général du contenu, desquels on leur donnera copie qu'ils signeront, et après qu'ils auront achevé, ils seront mesurés pour la seconde fois, et, si la quantité qu'on aura trouvée à la fin diffère du commencement, on prendra toujours le moindre nombre pour le compte du Roi... »

Nous n'opérons pas différemment aujourd'hui ; l'entrepreneur doit se conformer aux croquis d'exécution qui lui sont remis par le chef du service et les comptes sont établis non d'après les quantités d'ouvrages portées au devis, mais bien d'après celles réellement effectuées et mesurées sur place. Ces toisés dont parle Vauban étaient faits par l'ingénieur en présence de l'entrepreneur.

« L'ingénieur ne fera payer personne à compte sur les ouvrages qu'il ne se soit auparavant bien informé, par un bon toisé, si cela se peut faire ou non, sans rien hasarder pour le Roi..... »

Nos décomptes provisoires actuels sont établis suivant ces sages principes.

« A l'égard des ouvrages de maçonnerie, on tiendra des registres et des mémoires exacts, signés réciproquement de l'ingénieur et de l'entrepreneur, où toutes les épaisseurs, longueurs et hauteurs de chaque partie seront nettement expliquées.... »

Qui ne verrait dans ces lignes l'origine de nos croquis d'attachements ?

A la fin de chaque année, l'ingénieur arrêtait toutes les

dépenses inscrites sur son livre, et quand il s'agissait de la réception de quelque ouvrage ou d'un décompte définitif, on le faisait en présence des lieutenants du Roi et du major de la place afin que rien ne se fît « dessous la cheminée ».

« Enfin, écrit encore Vauban, il faudra spécifier la quantité des matériaux, la manière de les mettre en œuvre, ce qui doit être de pierre ou de brique, et ce qui se fera de moellon, celle des mortiers comme la chaux ou le sable, etc... C'est à quoi il faudra être fort circonspect et ne rien omettre, s'il est possible, car les ouvriers ne prétendent être obligés qu'à ce qui est expliqué dans le devis. »

On peut considérer ce mémoire, dont nous venons de relater les passages les plus intéressants, comme une sorte de cahier des clauses et conditions générales. Mais ces prescriptions, qui s'adressaient aux ingénieurs et aux conducteurs de travaux, étaient-elles juridiquement obligatoires pour l'entrepreneur, formaient-elles les bases du contrat intervenu ?

Nous ne le pensons pas ; les obligations de l'entrepreneur étaient insérées au devis dressé par l'ingénieur pour chaque entreprise dans un paragraphe intitulé : « Conditions générales », mais la rédaction de ce devis était essentiellement variable d'une entreprise à l'autre et ne faisait que s'inspirer des prescriptions de Vauban sans les reproduire textuellement.

Belidor, membre de l'Académie des sciences, inspecteur général des mineurs de France, etc..., écrivait, en 1729, dans son ouvrage intitulé : *La Science des ingénieurs :*

« Le devis est un mémoire instructif de toutes les parties d'un ouvrage qu'on veut construire ; il explique l'ordre et la conduite du travail, les qualités et façons des matériaux et généralement tout ce qui a rapport à la construction et à la perfection de l'ouvrage.

« Ses qualités principales sont que toutes les matières

soient mises dans un bel ordre..., ne laissant aucune équivoque qui puisse donner lieu, dans la suite, à des contestations avec les entrepreneurs... Quand il est revêtu de toutes ces conditions, il sert de guide à l'entrepreneur, aux ouvriers, à l'ingénieur même, parce qu'alors il assujettit les uns et les autres à travailler de concert... »

Dans son devis relatif à l'exécution des casernes de Béthune, Belidor consacre, comme c'était l'usage, un chapitre aux « conditions générales ». Citons quelques extraits de ce chapitre.

« Les entrepreneurs se conformeront aux termes du présent devis et ne pourront commencer aucun travail, de quelque nature qu'il puisse être, qu'auparavant il n'ait été tracé, aligné... et, au cas qu'il se trouve, pendant le cours et après l'achèvement du travail, quelques malfaçons de leur part, ils seront tenus de le refaire à leurs frais, sans pouvoir prétendre d'être dédommagés; tous lesquels ouvrages ne leur seront comptés qu'une fois seulement... »

Les entrepreneurs doivent se fournir de tous les matériaux nécessaires pour l'exécution de l'entreprise : ils doivent employer un nombre d'hommes suffisant; en cas de retard, « il en sera mis, à leurs frais, autant qu'il sera jugé nécessaire ».

Ils suivront en tout les ordres et dessins donnés et ne pourront prétendre à leur entier et parfait paiement qu'après la réception des travaux qu'ils garantiront pendant un an.

S'il survient quelque ouvrage imprévu, « les entrepreneurs seront obligés de le faire par continuation du prix de chaque nature dont ils seront convenus, et si, réciproquement, on trouvait à propos de changer, retrancher ou différer à une autre année quelqu'un de ceux qui sont ordonnés, les entrepreneurs ne pourront en prétendre aucun dédommagement... et s'il arrive quelques difficultés entre les entrepreneurs ou entre eux et leurs cautions, comptes et décomptes qui aient rapport directement ou indirecte-

ment à l'exécution de leurs ouvrages », ils se conformeront, sans appel, à la décision du directeur des fortifications.

Ces conditions générales sont suivies de cette recommandation de Belidor qui montre bien l'esprit dans lequel les conventions étaient passées entre l'entrepreneur et l'administration.

« Quand on fera des devis, dit-il, il faut lier les entrepreneurs autant qu'il est possible, ainsi qu'on vient de le voir dans les conditions précédentes, afin de prévenir toutes contestations. »

Les clauses et conditions générales des différents marchés manquaient absolument d'uniformité : pourvu que les entrepreneurs fussent liés autant que possible, ainsi que le conseillait Belidor, cela suffisait.

A l'exemple de Vauban, Belidor trace la conduite que les ingénieurs doivent tenir avec les entrepreneurs. Il leur conseille beaucoup de régularité dans la tenue des registres et dans la prise des attachements. Il ne faut pas « vétiller sans sujet » ; si le bien du service veut que l'entrepreneur s'exécute, il veut aussi que ce dernier trouve, en travaillant bien, de quoi se dédommager de ses frais et de ses peines.

Tous ces conseils étaient évidemment fort sages, mais il n'existait aucune ordonnance, aucun arrêt réglant d'une façon générale et uniforme les droits et obligations respectives de l'entrepreneur et de l'État.

C'est au titre VI de la loi du 10 juillet 1791 qu'il faut se référer pour trouver un texte donnant les clauses et conditions générales des marchés de travaux militaires.

Aux termes de cette loi, les ouvrages étaient surveillés et dirigés par les agents militaires qui en faisaient les toisés particuliers en présence de l'entrepreneur.

Chaque année, ces toisés particuliers, certifiés par les agents militaires et par l'entrepreneur, étaient réunis en un toisé général signé également par ce dernier et certifié par l'officier directeur des travaux.

Les paiements n'étaient exigibles que trois mois après l'arrêté, par le commissaire des guerres, de ce toisé général ; mais les entrepreneurs pouvaient recevoir, sur le vu de certificats délivrés par les agents militaires, des acomptes proportionnés aux travaux exécutés.

Les entrepreneurs étaient tenus de se conformer strictement aux conditions des devis et marchés, aux croquis d'exécution, aux mesures et aux formes données et, d'une manière générale, à toutes les dispositions prescrites par les officiers.

L'entrepreneur était tenu de payer ses ouvriers au plus tard toutes les trois semaines, d'après les toisés particuliers des ouvrages, et toutes les semaines pour le nombre de journées de travail.

Tout le personnel non militaire employé sur les chantiers devait obéissance à l'officier chargé de la direction des travaux.

Tout différend pécuniaire ou autre survenu entre les ouvriers ou employés de l'entreprise, était tout d'abord soumis à cet officier. Si celui-ci ne pouvait arriver à concilier les parties, l'affaire était portée devant les tribunaux civils.

Cette loi de 1791, dont nous venons de donner une analyse très succincte en ce qui concerne les marchés de travaux, servit de base, dans la suite, à la rédaction des différents devis.

Le « devis instructif des travaux de construction dépendant du service du génie », de messidor an VII, n'admettait qu'un seul entrepreneur et défendait de sous-traiter les travaux de maçonnerie avec faculté de sous-traiter les autres espèces de travaux, sous la responsabilité de l'entrepreneur principal. Ce dernier garantissait les ouvrages pendant un an à dater du jour de la réception et les paiements lui étaient faits au fur et à mesure de l'avancement des travaux et de la remise des fonds chez le payeur de la guerre.

Il était d'ailleurs tenu de se conformer aux plans, pro-

fils et élévations qui lui étaient donnés, et il ne pouvait s'écarter en rien de tout ce qui lui était ordonné pour l'établissement et la construction des ouvrages.

Le devis de messidor consacrait l'omnipotence des officiers du génie. « Dans tous les cas litigieux, l'entrepreneur sera obligé de se conformer à la décision du directeur des fortifications. »

En ce qui concerne les ouvriers, nous y trouvons la clause suivante : « Lorsque les ouvriers du pays et les voituriers exigeront un prix plus grand que celui fixé par l'usage des lieux, le commandant du génie invitera les administrations compétentes à fixer un prix auquel ces ouvriers seront tenus de donner leur main-d'œuvre. »

En revanche, les officiers devaient exercer une surveillance tutélaire et s'assurer que l'entrepreneur payait régulièrement ses ouvriers.

Sous l'Empire, ces différentes prescriptions générales des devis prennent un caractère autoritaire qui est bien dans la note de l'époque. Les chantiers sont alors tout à fait militarisés. Voici, par exemple, ce qu'on relève dans le devis de la place d'Alexandrie, pour les années 1808, 1809, 1810 :

L'entrepreneur et ses employés sont soumis à la discipline militaire : « Le commandant du génie pourra infliger à l'entrepreneur et à tous ses employés les peines qu'il jugera convenable, soit pour infidélité dans l'exécution des ouvrages, soit pour désobéissance ou contraventions aux ordres qui leur seront donnés par lui ou par les officiers, chefs d'atelier, et ledit entrepreneur ainsi que les commis, sous-traitants et ouvriers seront particulièrement soumis à l'autorité militaire des officiers du corps impérial du génie... »

« Toute contestation qui surviendrait sur les ateliers pour raison des travaux, salaires d'ouvriers et autres, sera tranchée par les officiers chefs d'ateliers, sauf le recours envers le commandant du génie, s'il y a lieu... »

Nous étions loin, à cette époque, de l'assimilation des marchés de travaux militaires à des contrats du droit civil, les droits de puissance publique étaient à leur apogée !

Sous la Restauration, les clauses du devis deviennent un peu moins rigoureuses.

En ce qui concerne les contestations, nous relevons dans un devis de 1822 :

« Les officiers du génie interviendront toujours comme arbitres dans tous les différends entre l'entrepreneur et les ouvriers employés sur les travaux. A l'égard des difficultés qui pourraient survenir sur l'exécution des articles du devis, ainsi que dans tous les cas litigieux entre le chef du génie et l'entrepreneur, à l'occasion de son entreprise ou de l'exécution des travaux, celui-en référera au directeur des fortifications à la décision duquel il sera tenu de se conformer, sauf le recours au ministre de la guerre. »

Toutefois, les conditions générales de tous ces devis n'étaient pas toujours parfaitement en harmonie avec les lois existantes ; ils étaient en général rédigés avec peu d'ordre et renfermaient des prescriptions différentes d'une place à l'autre.

Une circulaire du ministre de la guerre, du 18 octobre 1823, s'exprimait en ces termes :

« La formation du devis-modèle, qui a été imprimé en l'an VII et envoyé dans toutes les directions pour être rendu applicable aux entreprises et aux travaux dépendant du service du génie, a contribué efficacement à ramener l'uniformité dans cette partie essentielle du service de mon département et à guider MM. les chefs du génie dans la rédaction des devis de chaque place, pour donner successivement à ces devis les perfectionnements dont ils étaient susceptibles. »

Les résultats avantageux que cette mesure avait procurés, au point de vue de l'uniformité dont le besoin se faisait sentir, engagèrent le ministre de la guerre à commencer

la publication, en 1823, d'un nouveau devis-modèle plus étendu et plus complet que celui de l'an VII.

Ce nouveau travail, élaboré par l'expérience et l'observation, disait la circulaire ministérielle précitée, comprenait dans une première section les « conditions générales » et dans une deuxième, les « conditions particulières ».

Cette deuxième section donnait les indications techniques relatives à la qualité des matériaux et à la confection des ouvrages.

La première section, qui correspondait assez bien à notre cahier actuel des clauses et conditions générales, se divisait elle-même en cinq chapitres :

Le chapitre Ier traitait des conditions exigées pour concourir à l'adjudication.

Le chapitre II avait trait aux droits et obligations de l'entrepreneur et de ses agents.

Le chapitre III était relatif aux dispositions préparatoires pour l'ouverture des travaux.

Le chapitre IV concernait l'exécution et la garantie des ouvrages.

Enfin, le chapitre V se rapportait au mesurage des ouvrages, à la comptabilité et aux paiements.

Ce rapide aperçu suffit à démontrer que le devis-modèle de 1823 embrassait à peu près toutes les matières comprises dans notre cahier de 1889. Il était infiniment plus complet que celui de l'an VII et réalisait sur ce dernier un progrès considérable tant au point de vue de la clarté et de la méthode qu'à celui de l'équité. C'est ce devis-modèle de 1823 qui a été presque textuellement reproduit dans les différents devis établis en 1840 pour la construction des fortifications de Paris.

En somme, le devis instructif de messidor an VII avait ramené l'uniformité dans les conventions formant la base des marchés de travaux du génie. Le devis-modèle de 1823, aussi bien d'ailleurs que ceux postérieurs, de 1857 et de 1876, avait accentué les avantages incontestables

de cette uniformité dans un même service du département de la guerre.

Le décret du 27 avril 1889 et le cahier des clauses et conditions générales du 18 juillet de la même année ont soumis tous les services constructeurs de la guerre à des règles uniformes. Il est à espérer que, dans une prochaine et nouvelle étape, une loi ou un décret étendra enfin cette uniformité si désirable à tous les départements ministériels en ce qui concerne les règles générales relatives aux marchés de travaux publics exécutés au compte de l'État.

AUGIER,
Chef de bataillon du génie.

FORTIFICATIONS, ETC.

NOTE

SUR

LE GAZONNEMENT

DES

OUVRAGES DE FORTIFICATION

Le premier travail à entreprendre pour la construction d'un ouvrage de fortification permanente consiste dans la mise en réserve des terres végétales qui se trouvent à la partie supérieure du terrain à affouiller. Cette terre sert plus tard à la confection des talus où elle doit entretenir une végétation abondante. Or, il ne pousse que le tussilage (appelé vulgairement *pas-d'âne*), à moins que l'on ne crée une végétation artificielle par l'apport de semences de ray-grass, fétuque, sainfoin, etc.

Dans la plupart des cas, la provision de terre mise en réserve est insuffisante, et les talus sont constitués par la terre du sous-sol, excessivement pauvre en principes fertilisants. Pour que la végétation soit suffisante, il faut attendre que la terre ait fixé l'azote de l'air ou des eaux de pluie; mais les talus dénudés, exposés aux alternatives de soleil et de pluie, s'éboulent et nécessitent un remaniement. Deux procédés sont généralement employés pour

leur donner du corps. Le premier, assez coûteux, consiste dans le repiquage de chiendent; le second, dans un simple semis de luzerne.

Dans une terre argileuse, le chiendent ne pousse pas et se trouve promptement détruit; les alternatives de sécheresse et d'humidité soumettent les racines à des efforts de traction qui les détruisent; de plus, elles ne pénètrent pas assez profondément. L'emploi de la luzerne est de beaucoup préférable, en raison de ses racines profondes qui permettent de maintenir la terre sous une pente supérieure au talus naturel. Mais pour qu'elle végète, il faut donner au sol les éléments qui lui manquent. Le colonel Martin (Ém.), promoteur de cette idée, a fait procéder, en 1894-1895, à des expériences dans divers ouvrages de la place de Belfort. L'emploi du nitrate de soude a donné de bons résultats. Il y a lieu de déterminer quelles sont les quantités d'engrais à apporter et quelle influence ce système a sur le prix final des terrassements.

Il suffit d'apporter les éléments fertilisants pour les trois premières années; ultérieurement, la terre trouvera dans l'atmosphère l'azote nécessaire à la végétation, les racines ont alors assez de corps pour maintenir les talus. Pendant ces trois ans, la luzerne consomme 230 kg d'azote, 204 kg d'acide phosphorique et 608 kg de potasse par hectare.

La potasse existe dans l'argile; nous admettrons toutefois la nécessité d'un apport de la moitié absorbée.

L'acide phosphorique doit être incorporé en entier.

L'azote proviendra des apports et de l'absorption naturelle.

D'après MM. Schlœsing et Laurent, la terre fixe annuellement : 10 kg d'azote empruntés à l'air (microbes nitrifiants), 10 kg d'azote provenant de l'ammoniaque et des nitrates absorbés par les eaux de pluie; soit, pour trois ans, 60 kg d'azote. Il suffit donc d'incorporer à la terre les éléments suivants :

170 kg d'azote, 204 kg d'acide phosphorique, 304 kg de potasse par hectare.

Le nitrate de soude du commerce contient 16 p. 100 d'azote et vaut environ 23 fr les 100 kg; il fournira l'azote.

Le superphosphate de chaux, contenant 14 p. 100 d'acide phosphorique, vaut environ 10 fr les 100 kg; il fournira l'acide.

Le chlorure de potassium du commerce dose 50 p. 100 de potasse et vaut 23 fr. les 100 kg; il donnera la potasse.

La composition de l'engrais, par hectare, sera donc :

1 000 kg nitrate de soude à 23 fr les 100 kg	230 fr
1 500 kg superphosphate de chaux à 10 fr les 100 kg	150
600 kg chlorure de potassium à 23 fr les 100 kg . .	138
Total de la dépense par hectare	518 fr

et pour 1 m², 0,0518 fr.

Le prix du dressage au cordeau et au râteau est de 0,09 fr par m². En y ajoutant la dépense d'engrais chimiques, soit 0,05 fr comme ci-dessus, on obtiendra le total de 0,14 fr par m².

Le prix du talutage à la dame étant d'environ 0,45 fr le m², non compris la fourniture des racines de chiendent, on voit que l'économie réalisée par l'emploi des engrais chimiques sera des 2/3 sur le prix des travaux habituels.

Boileau,
Chef de bataillon du génie.

CONSTRUCTION, ETC.

PÉRIODIQUES.

Variations de volume des mortiers de Portland, résultant de la prise et de l'état hygrométrique (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 18 septembre 1899).

M. Considère a étudié la manière dont se comportent, au point de vue de la dilatation, des prismes de mortier de Portland armés ou non, soit dans l'eau douce, soit dans l'air. Ces prismes avaient $600 \times 60 \times 25$ mm³ ; leur pâte était soit de ciment pur, soit de mortier à 600 kg par m³ de sable. L'armature consistait en un fer rond de 10,2 mm.

Il a observé que :

Le ciment pur non armé s'allonge de 5/1 000 en moins de 1 mois, de 1 mm en moins de 1 an, et paraît tendre vers 1,5 à 2/1 000 qu'il atteint en 2 à 3 ans.

Le mortier à 600 kg se dilate 3 fois moins.

Le ciment pur armé s'allonge, au bout de 63 jours, de 22/100 000, ce qui correspond à une tension de 4,4 kg/mm² pour l'armature, et à une pression de 25,4 kg/cm² pour le ciment. Ce sont des moyennes ; les maxima paraissent atteindre 5,5 pour le fer et 32 pour le ciment. L'armature a imposé au ciment un raccourcissement de 57/100 000.

Il peut donc résulter de là, dans les maçonneries, des tensions très notables pour les armatures ; même sans surcharge.

Dans l'air, les ciments et mortiers se contractent, de 1/1 000 en 1 mois, de 1,5/1 000 en 2 à 3 ans. Il en résulte pour une armature à 1/17 une pression moyenne de 5 kg/mm², et pour le ciment une tension moyenne de 28,7 kg/cm². De là l'explication des fissures qu'on observe souvent dans les massifs en mortier de ciment pur que des armatures intérieures ou des liaisons extérieures empêchent de prendre librement leur retrait.

Avec les mortiers à 600 kg, les efforts sont réduits à 1/3 environ des chiffres ci-dessus.

Échauffement d'un massif de béton après la prise (*Génie civil*, 2 septembre 1899, 1 p. 2 fig.).

Lors du coulage, à Boulogne-sur-Mer, d'un massif de fondation de machine inscrit à un parallélipipède de $12,7 \times 4 \times 3,5$ m³ (cube réel = 139 m³), on avait plongé dans la masse divers thermomètres. Le béton se composait de 2 p de cailloux et 1 p de mortier à 650 kg de ciment par m³ de sable et gravier. La prise, mesurée à l'aiguille Vicat, demandait 1 h 30. Dans ces

conditions, on a observé, pendant les 7 premiers jours, une ascension uniforme de 6° à 29°. A partir du 7e jour, la température a baissé, presque uniformément, de 29° jusqu'à la température ambiante. — Ce fait est à rapprocher de celui indiqué précédemment (*Revue*, 1894, t. VII, p. 217).

Cintre extensible (*Génie civil*, 24 juin).

On a employé avec succès, à la construction des égouts de Calcutta, un cintre en tôle, que l'on peut ouvrir ou refermer au moyen de losanges articulés manœuvrés à l'aide d'une vis axiale. Sur la partie inférieure de sa circonférence, la tôle est remplacée par un patin en fers à U, muni de galets qui facilitent le déplacement d'une section à l'autre de la voûte à construire.

Construction en sous-œuvre (*Génie civil*, 8 juillet 1899. 2 p., 3 fig.).

On a construit, à Londres, une station de chemin de fer au-dessous de l'église Sainte-Mary-Woolnoth. On a opéré au moyen de poutres en acier enterrées dans les intervalles des piliers, surmontées de poutrelles qui supportent ces colonnes par l'intermédiaire de plaques d'acier. Les intervalles entre les maçonneries et les fers ont été remplis de ciment insufflé à l'air comprimé.

Tuyaux à doublage en verre.

MM. Grangé et Augé (à Asnières) ont imaginé de doubler intérieurement, par coulée ou par soufflage, les tuyaux et récipients en fer et en acier d'une couche de verre qui protège le métal contre l'action des agents chimiques.

Magasin en ciment armé (*Le Ciment*, octobre 1899).

On vient de construire à Sfax un magasin qui n'est autre qu'un vaste réservoir pour 40 000 tonnes de phosphates. Il mesure 100 m de long, 20 m de large et 14 m de haut, et est fermé à la partie supérieure par une voûte elliptique. La carcasse est en métal déployé, maintenu entre des fermes ou nervures intérieures espacées de 3 m et entretoisées par des croix de Saint-André.

Les fermes verticales opposées constituent les membrures d'un pont métallique de 20 m de hauteur. Ce mur de soutènement de 14 m de hauteur n'a qu'une épaisseur moyenne de 10 cm. Les faces transversales extrêmes, distantes de 100 m sont roidies par 3 nervures extérieures.

Le radier est formé d'une dalle en béton armé reposant sur une épaisse couche de sable. Le magasin se charge par la partie supérieure et se décharge par 33 ouvertures inférieures.

Causes des accidents survenus à des ouvrages en béton armé (*Revue technique*, 25 septembre 1899).

M. de Tedesco attire l'attention des constructeurs sur le rôle

capital joué par le béton lui-même dans les constructions mixtes : il leur recommande de surveiller l'exécution de ce béton. Les ouvrages en béton armé sont généralement très légers et l'on ne peut compter sur leur poids mort pour donner, par l'affaissement lors du décastrement, des indications sur la tenue de l'ouvrage. Celui-ci peut s'écrouler sous l'influence d'une fraction de la charge accidentelle prévue.

Au sujet des armatures des planchers ou hourdis en béton armé. La *Revue* a publié (septembre 1899, p. 199) une disposition de plancher employée dans un magasin à farines du service des subsistances militaires à Tunis. Cette disposition, *qui est brevetée* par M. Thomas, entrepreneur à Tunis, a été employée dans d'autres constructions à Tunis et à Bizerte.

LIVRES.

Dariès. — Distribution d'eau. 1899. 1-8, 566 p., 399 fig. — Paris, chez Dunod. Relié.

Bechmann. — Salubrité urbaine. Distribution d'eau et assainissement. 2e édition, tome II, 1899. 1-8. — Paris, chez Béranger. 20 fr.

Cloquet. — Traité d'architecture. Tome IV. Types d'édifices. 1-8, 535 fig. — Paris, chez Béranger. 20 fr.

Woas. — Rang-liste der Baubeamten. 1899. 1-12, 23 p. — Wiesbaden, chez Woas. 2,50 m.

Richter. — Gebäude für militärische Zwecke (Bâtiments militaires). 1-8, 229 p., 288 fig., 4 pl. — Stuttgart, chez Bergsträsser. Rel. 15 mk.

BREVETS.

Rivière. — Brevet 286 569. — 6 mars 1899.
Système de toiture économique à grande portée.

Delune et Cie. — Brevet 287 186. — 29 mars 1899.
Nouveau type de fil de fer ou d'acier rond cannelé destiné à la fabrication des ouvrages en ciment armé.

MINES, EXPLOSIFS, ETC.

Sur la sensibilité des explosifs à l'action des détonateurs (*Mitth. ü. G. des A.- u. Genie-Wesens*, n° 8 de 1899, 9 p., 3 fig.).

Le capitaine Esop, des pionniers autrichiens, a observé que, lorsqu'on incorpore à l'acide picrique[1] une proportion croissante d'une huile végétale, animale ou minérale, la sensibilité de l'explosif va en diminuant d'une manière continue, de sorte qu'une capsule, d'un poids déterminé de fulminate, cesse de produire la détonation. L'addition d'huile ne modifie d'ailleurs pas la puissance de l'acide picrique, de sorte que, si l'on opère sur un bloc de plomb, l'aplatissement de celui-ci passe brusquement d'une valeur finie, sensiblement constante, à une valeur nulle, ce qui permet d'évaluer à un centième près la limite.

En opérant avec de l'huile de coton et avec les détonateurs réglementaires de 2 g de fulminate[2], il a trouvé que la détonation cesse de se transmettre dès que la proportion d'huile atteint 3,22 p. 100 d'acide picrique. Il déduit de cette observation un nouveau procédé d'évaluation de la puissance des détonateurs, par la proportion d'huile qui arrête la détonation.

L'auteur a étudié en même temps l'influence de l'état physique de l'acide picrique sur sa sensibilité au choc. Il a remarqué que ce corps, pulvérisé et amené par compression à la densité de 1,65, détone parfaitement avec 2 g de fulminate, tandis que l'acide amené par fusion à la même densité reste insensible. Il en conclut que cet arrêt de transmission est dû, non à la forte densité, mais à la texture cristalline de l'acide, dont la désagrégation absorbe une portion de l'énergie du fulminate.

---

1. Employé en Autriche-Hongrie comme explosif réglementaire sous le nom d'*écrasite*.

2. On rappelle que le fulminate des détonateurs autrichiens est mélangé avec 1/9 de son poids de chlorate de potasse.

SCIENCES MATHÉMATIQUES, ETC.

PÉRIODIQUES.

De la nomographie et de la nécessité de l'introduire dans l'enseignement (*Revue des questions scientifiques*, 1899).

M. Pasquier développe les titres que possède la nomographie à figurer dans le programme des écoles d'ingénieurs. Ce progrès vient d'être réalisé à l'Université de Louvain, où l'on consacre, en 2e année, 15 heures de leçons à cette science.

Espérons qu'à l'exemple de la statique graphique, qui nous est revenue par la Suisse, la nomographie, française comme elle, nous retournera aussi quelque jour et occupera dans l'enseignement de nos écoles la place qui lui revient de droit.

Sur l'équilibre élastique d'une plaque rectangulaire (*Compte rendu de l'Académie des sciences*, 9 octobre 1899).

M. Maurice Lévy traite le cas de la plaque rectangulaire appuyée par deux bords opposés et libre, appuyée ou encastrée par les deux autres bords, la charge étant quelconque en chaque point, le déplacement normal au plan de la plaque.

Fragilité développée dans l'acier doux par le recuit (*Bulletin de la Société d'encouragement*, septembre 1899, 4 p., 4 fig.).

Dans certains cas, les feuilles minces d'acier doux deviennent très fragiles après un recuit de 48 heures. M. Stead explique ce fait par un changement de texture, qui devient nettement cristalline, à gros grains. Les plans de clivage sont inclinés à 45° sur la direction du laminage. L'attaque par les acides justifie cette explication.

Appareil électrique enregistreur pour les colombiers militaires (*Rivista di Artiglieria e Genio*, octobre 1899, 12 p., 14 fig).

Le capitaine Ricchio décrit en détail un appareil destiné à enregistrer les heures d'arrivée des pigeons voyageurs.

Chaque pigeon soulevant la cliquette ferme un circuit qui comprend une pile Leclanché. Un électro-aimant attire une armature à laquelle est fixé un style qui inscrit alors un point sur le cylindre d'un chronographe. Une horloge donne d'autre part une fermeture de circuit tous les quarts d'heure, de sorte qu'un second style, voisin du premier, note l'instant correspondant.

LIVRES.

Mendes d'Almeida et R. Guimaraes. — Curso de topographia (Cours de topographie). Tome I, avec préface de Marrecas Ferreira. 1-8, 542 p., 21 pl., 340 fig. — Lisbonne, chez Rodrigues.

Kapp. — Constructions électromécaniques. Traduction Dubsky et Girault. 1898. 1-4, 54 fig., 25 pl. — Paris, chez Baudry. Rel. 30 fr.

DOCUMENTS OFFICIELS

ET

ADMINISTRATIFS

D'OCTOBRE A DÉCEMBRE 1899

---

26 octobre. — *Modifications aux dispositions relatives au commandement des compagnies du génie détachées de la portion centrale des régiments* (Direction du génie; Bureau du personnel) [*B. O.*, p. r., p. 890.] (*In extenso.*)

Le texte du § II de la décision ministérielle du 1er juillet 1898 — Compagnies détachées isolément des portions centrales, mais résidant dans la même place qu'une des compagnies de la catégorie précédente — sera remplacé par le suivant :

§ II. — Compagnies détachées isolément des portions centrales dans une région de corps d'armée où est également détaché le bataillon du génie affecté normalement à ce corps d'armée :

Compagnie 20/3 du 1er régiment,
Compagnie 2/4 du 3e régiment,
} stationnées à Épinal, sur le territoire du 7e corps d'armée.

Ces compagnies (de campagne ou de place) sont rattachées au bataillon détaché dans la même région, et l'officier supérieur commandant ce bataillon exerce vis-à-vis d'elles les fonctions de chef de corps, sauf en ce qui concerne l'administration.

Les compagnies 20/3 et 2/4 stationnées à Épinal dépendent en conséquence du 7e bataillon.

Le général commandant le génie de la 7e région exerce sur ces deux compagnies la même action que sur les compagnies du bataillon auquel elles sont rattachées.

Les présentes dispositions entreront en vigueur à la date du 15 novembre 1899.

31 octobre. — *Instruction sur le service et l'entretien du harnachement dans les établissements du génie.* (Direction du génie; Bureau du matériel.) [*B. O.*, p. r., p. 902 à 939.] (*Extrait.*)

TITRE Ier.

COMPOSITION ET CLASSIFICATION DU HARNACHEMENT.

Composition du harnachement.

Art. 1er. — Le harnachement du génie comprend :

1° Tous les effets de harnachement qui sont décrits dans les tables de construction approuvées par le Ministre de la guerre, ainsi que dans les documents portant addition ou rectification à ces tables;

2° Tous les effets de harnachement qui peuvent être mis en service dans les corps, soit d'après les dispositions du présent règlement, soit en vertu d'une décision ministérielle spéciale.

Modèles-types. Tables de construction.

Art. 2. — La chefferie du matériel de guerre devra posséder deux modèles-types [1] de chacun des effets décrits dans les tables de construction : l'un sera déposé dans la salle des modèles de cet établissement; l'autre, chez le fournisseur de harnachement.

En outre, chaque école du génie devra être pourvue d'un modèle-type [1] de chacun des effets qu'elle a en magasin, ainsi que d'un certain nombre d'exemplaires du présent règlement et des tables de construction du harnachement.

Innovations interdites.

Art. 3. — Il est expressément défendu d'apporter la moindre innovation ou modification dans le harnachement, tel qu'il est déterminé par les tables de construction, par les modèles-types ou par les instructions ministérielles.

Classification du harnachement.

Art. 4. — Les approvisionnements du service de harnachement se divisent en :

---

1. Les modèles-types seront distingués par la marque M. T. placée au-dessus de la marque de réception.

1° Approvisionnement de l'État;

2° Approvisionnement des corps;

3° Approvisionnement des unités administratives.

Le décret du 9 janvier 1896, portant règlement sur le service du harnachement dans les corps de troupe, détermine la manière dont sont constitués ces divers approvisionnements.

L'approvisionnement de l'État est constitué : 1° par la réserve de guerre, en matériel de harnachement et de ferrure, entretenu d'une manière permanente en vue de la mobilisation, et 2° par le harnachement disponible. (Décret du 9 janvier 1896, art. 11, 12 et 15.)

Le harnachement de réserve est, en principe, mis en dépôt dans les établissements du génie. Il peut toutefois, dans certaines circonstances, être tenu en dépôt dans les corps [1].

Il comprend : le harnachement préparé pour compléter ou pour constituer l'approvisionnement des troupes au moment de la mobilisation; le harnachement préparé pour les besoins de la défense des places, et, d'une manière générale, tous les effets de harnachement qui ont une affectation en cas de mobilisation.

Le harnachement disponible comprend :

1° Le harnachement de la réserve de guerre qui n'a pas d'affectation spéciale de mobilisation;

2° Le harnachement déclassé et proposé pour le service des corps de troupe à la suite des inspections générales . . . . . .

TITRE II.

SERVICE DANS LES ÉTABLISSEMENTS.

CHAPITRE Ier.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Conservation de l'approvisionnement de l'État.

Art. 5. — Le harnachement constituant l'approvisionnement

1. Les corps chargés de tenir en dépôt des lots de harnachement de réserve reçoivent, pour l'entretien de ce harnachement, une prime annuelle dont le taux est déterminé par le Ministre.

Cette prime est remboursée au corps par l'établissement du génie le plus voisin, qui établit à cet effet et adresse au Ministre un état de prévision spécial.

de l'Etat est, en général, conservé dans les écoles du génie qui se trouvent à proximité de la troupe à laquelle le harnachement est destiné.

A défaut d'une école, le service local du génie est chargé de la conservation de ces approvisionnements.

Tenue des magasins de harnachement.

Art. 8. — Les magasins de harnachement doivent être tenus dans le plus grand état de propreté ; la conservation des cuirs dépend de cette condition.

Les magasins doivent être secs, mais, autant que possible, à l'abri d'une chaleur et d'un froid excessifs. Le cuir, exposé directement et en permanence aux rayons solaires, se desséchant rapidement, on devra, lorsque cela sera nécessaire pour le soustraire à cette influence, garnir les fenêtres de volets ou de rideaux en serge verte.

L'aérage est utile lorsqu'il y a lieu de chasser l'humidité ; mais, en général, il est avantageux de tenir les magasins clos, pour éviter l'introduction de la poussière et des germes des insectes.

La disposition des effets dans le magasin est différente suivant que le harnachement appartient à la réserve de guerre ou au service courant ; elle est indiquée dans les chapitres qui suivent. En général, on doit éviter que les cuirs se touchent entre eux et que les cuirs ou les fers touchent les murs.

Les opérations de nettoyage, de graissage et de réparations doivent se faire dans des locaux distincts des magasins.

Visites et soins généraux d'entretien des effets de harnachement.

Art. 9. — Le harnachement conservé dans les établissements est visité une fois par an. . . . .

Les cuirs sont graissés une fois par an, conformément aux indications contenues dans l'instruction annexée au présent règlement. . . . .

Les ferrures non vernies sont graissées au moins une fois par an. . . . .

Conservation des couvertures.

Art. 10. — Les magasins affectés à la conservation des couvertures sont en général distincts de ceux qui contiennent les

autres effets de harnachement, mais ils peuvent recevoir tous les menus objets qui se prêtent à la disposition en piles ou en paquets, tels que les bissacs et les musettes-mangeoires.

Les chefs des établissements devront prendre des mesures pour préserver les couvertures de l'atteinte des insectes. Ils restent libres de faire usage, à cet effet, des moyens simples et économiques dont l'efficacité aurait été précédemment constatée; mais les procédés suivants sont spécialement recommandés :

1er procédé. — Les couvertures sont battues, autant que possible, après l'éclosion des œufs des insectes, c'est-à-dire au moment des premières chaleurs. Ells sont ensuite rangées par couches superposées et fortement serrées dans des caisses à parois pleines; elles sont aspergées d'essence de térébenthine, de cinq en cinq couches, et les parois du récipient ont dû être préalablement enduites d'une couche du même liquide appliquée au pinceau (à défaut de caisses, on emploie des chapes de baril de 100 kg dans lesquelles les couvertures sont roulées).

2e procédé. — Les couvertures sont placées, étendues les unes sur les autres, de manière à ne former aucun pli : on les saupoudre de cinq en cinq avec de la naphtaline ou de la poudre de pyrèthre.

Avant le placement des couvertures, les planchers sont aspergés d'acide phénique et d'essence de térébenthine; ils sont arrosés avec de l'acide phénique une fois par semaine en été.

3e procédé. — Le battage peut constituer à lui seul un moyen de préservation efficace. Cette opération doit être renouvelée assez souvent, principalement à l'époque qui suit l'éclosion des œufs; à ce moment, elle doit avoir lieu au moins une fois par mois.

Les piles peuvent être recouvertes d'une toile imbibée du mélange suivant : perchlorure de mercure, 48 g; alcool rectifié, 160 g; camphre, 8 g; essence de térébenthine, 8 g; eau pure, 5 litres.

Conservation des panneaux de selle et de sellette [1].

Art. 11. — Les panneaux des selles et des sellettes doivent être battus avec soin au moment des premières chaleurs, et toutes les

1. Voir la note relative aux soins spéciaux que nécessitent les selles approvisionnées pour les chevaux d'officier (annexe nº 5).

fois que l'apparition des mites indique une nouvelle génération d'insectes. On détruit facilement les larves en exposant les panneaux au soleil pendant les fortes chaleurs de l'été.

Déclassement et réforme.

Art. 13. — Les harnais conservés dans les magasins ne peuvent être réformés ou déclassés que dans des circonstances exceptionnelles, et seulement par décision du Ministre, sur la proposition de l'inspecteur général.

L'inspecteur général propose pour la réforme les effets de harnachement qu'il juge absolument hors de service.

Placement des effets dans les magasins.

Art. 14. — Les harnais d'attelage sont conservés montés avec leurs traits troussés. Ils occupent les bras les plus élevés des râteliers.

Les selles portent leurs sacoches, étriers, courroies et, s'il y a lieu, leur poitrail ; elles sont placées de préférence sur les bras inférieurs des râteliers. Les garnitures de tête sont montées et pourvues de tous leurs accessoires, y compris les mors. Elles sont accrochées aux extrémités des bras, celles de chevaux de selle et de porteur en avant des selles correspondantes, et les autres en avant des harnais avec lesquels elles doivent marcher [1]. Les bâts sont séparés de leurs harnais et disposés en piles ou pyramides formées de plusieurs couches.

Les bissacs, les musettes-mangeoires et les surfaix de couvertures sont paquetés ensemble, sur chaque selle, en forme de porte-manteau, ou réunis en paquets étiquetés.

Il y a lieu d'éviter que les cordages récemment imprégnés d'huile lourde soient en contact avec les cuirs qu'ils tacheraient.

Constitution des lots du harnachement de réserve.

Art. 15. — Le harnachement de la réserve de guerre est divisé en autant de lots qu'il doit y avoir de parties prenantes au moment de la mobilisation.

Les lots destinés aux unités mobilisées comprennent la totalité

---

1. Lorsque les bras ne peuvent recevoir à la fois les selles ou harnais et les garnitures de tête correspondantes, on pourra accrocher celles-ci à des chevilles spéciales, si les râteliers en comportent; mais la disposition qui consiste à réunir sur un même bras les effets destinés à un même cheval doit être préférée à toute autre.

du harnachement nécessaire à ces unités; chacun de ces divers lots comprend, en sus, des parties de harnais de différentes tailles, constituées en plus des approvisionnements, conformément aux instructions ministérielles (voir article 22).

Ferrures de réserve.

Art. 16. — L'approvisionnement des fers, clous et crampons à glace qui est constitué dans les magasins du harnachement de réserve, a pour objet :

1° De permettre de ferrer tous les chevaux et mulets, en donnant à chacun de ces animaux une ferrure complète, si cela est nécessaire ;

2° De pourvoir chacun de ces animaux de la ferrure de réserve qui doit être emportée en campagne, dans le paquetage et sur les voitures, savoir : une ferrure, quarante clous et trente-deux crampons, pour toutes les unités du génie.

Cet approvisionnement comprend, en conséquence, pour chacun des animaux à provenir de la réquisition : deux ferrures, quatre-vingts clous et trente-deux crampons, dans les unités du génie. Il est constitué avec des fers de pointures appropriées aux chevaux ou mulets fournis par la réquisition (voir l'article 22).

Clefs pour crampons à glace de réserve.

Art. 17. — Les établissements entretiennent, en outre, un approvisionnement de clefs pour crampons à glace, qui est constitué à raison de une clef à pointe (modèle A) par harnais à un cheval, par harnais de mulet et par paires de harnais à deux chevaux, et une clef à taraud (modèle B) par harnachement de selle, en dépôt dans les magasins, au titre de la réserve de guerre. (Note du 27 octobre 1896.)

Collection d'outils pour les maréchaux-ferrants.

Art. 18. — Il est également constitué dans les magasins de harnachement de la réserve de guerre un approvisionnement de collections d'outils destinés aux maîtres maréchaux-ferrants de la réserve et de l'armée territoriale et à chacun de leurs aides montés et non montés.

Chaque collection comprend un boutoir, un brochoir, un rogne-pied, une râpe, un repoussoir et une paire de tricoises.

Visite et renouvellement des ferrures de réserve.

Art. 19. — Dans les écoles attachées aux régiments, cette visite est faite par les soins d'une commission, nommée par le colonel et composée d'officiers de l'école, de la compagnie de sapeurs-conducteurs et du vétérinaire du régiment.

Les clous qui, à la suite de cette visite, seront signalés comme présentant des traces d'oxydation bien caractérisées, ou seront jugés insuffisants au point de vue de la confection, devront être mis en service et remplacés. — Les clous, crampons et fers sont remplacés par les soins de la chefferie du matériel de guerre sur demande spéciale adressée au Ministre (4e direction).

Dispositions à suivre en cas de mobilisation.

Art. 20. — Au moment de la mobilisation, l'officier commandant chaque unité mobilisée prend possession de l'approvisionnement qui lui est réservé et il remet au maréchal abonnataire les fers, les clous et, s'il y a lieu, les crampons nécessaires pour ferrer les chevaux de réquisition qui arrivent avec une ferrure insuffisante.....

Harnachements spéciaux pour chevaux d'officier.

Art. 21. — Les magasins du harnachement de réserve contiennent encore des harnachements spéciaux pour officier destinés à être délivrés contre remboursement aux lieutenants, sous-lieutenants non montés en temps de paix, aux adjoints du génie, aux officiers de réserve et aux officiers de l'armée territoriale, ainsi qu'aux médecins et aux vétérinaires qui en font la demande...

Proportion à établir entre les harnais des diverses tailles.

Art. 22. — D'après les indications des tables de construction du harnachement, certains effets sont confectionnés sur plusieurs tailles; ce sont : les mors de la bride de porteur, la gourmette, le collier d'attache, la selle, la croupière, la sangle, la bricole, le dessus de cou, la sous-ventrière, l'avaloire, la plate-longe, le panneau de porteur et la sellette de harnais de limonière.

Un type de harnais pour chevaux d'une taille exceptionnelle a été, en outre, établi pour le cas où le harnais ordinaire ne s'adapterait pas à certains chevaux de réquisition [1].....

---

1. On a établi, pour le même objet, des courroies pour l'allongement des sangles de selle.

Visites spéciales du harnachement de la réserve de guerre.

Art. 23. — Indépendamment des visites prescrites à l'article 9, le harnachement de réserve est soumis aux visites périodiques du matériel qui sont passées par les capitaines commandant les unités auxquelles le harnachement est destiné, ou, à défaut de ces officiers, par des officiers désignés à cet effet par le général commandant le génie de la région.....

Exercices de mobilisation.

Art. 24. — Des exercices de mobilisation doivent être ordonnés par le général commandant le génie de la région dans le but de s'assurer du bon état du harnachement et de familiariser les officiers, sous-officiers et sapeurs des corps de troupe, ainsi que le personnel des établissements, avec les mouvements qui seraient la conséquence d'une mobilisation véritable.

Ces exercices doivent être répartis entre les diverses unités de façon à vérifier chaque année un certain nombre de lots de harnachement de réserve. Toutefois, on ne doit pas employer le même lot plus d'une fois en quatre ans à ces exercices.

Placement des effets dans les magasins.

Art. 25. — En général, les pièces démontées doivent être réunies en collections ou paquets de dix, afin que le dénombrement en soit facile. Les plates-longes, en raison de leur poids relativement considérable, sont réunies deux à deux seulement ; elles sont classées par taille. Les selles sont placées séparément sur des bras porte-harnais ou sur des pièces de bois disposées pour remplir le même office ; elles restent habituellement garnies de leurs panneaux, mais elles sont dépourvues de toutes les autres parties mobiles. Les contre-sanglons de panneaux sont débouclés. Les selles doivent être assez espacées pour ne pas se toucher.

Les sellettes, les paires de sacoches et les panneaux de porteur sont disposés, comme les selles, sur des bras porte-harnais, sur des chevilles ou sur des pièces de bois analogues.

Les mors, les gourmettes, les étriers et toutes les ferrures qui ne sont pas fixées au harnachement sont conservés dans des caisses ou dans des armoires ; les mors sont placés par espèces et par tailles. Les bissacs et les musettes-mangeoires sont empilés ou suspendus aux chevilles.

Délivrance des effets de harnachement.

Art. 28. — Les corps de troupe sont tenus de prendre directement livraison du harnachement.

Les effets sont visités contradictoirement par l'officier d'habillement du corps et l'officier de l'établissement chargé du service du harnachement, ou, dans les bataillons détachés, par un commandant d'unité administrative délégué. Ces officiers sont assistés d'un maître sellier et d'un ouvrier bourrelier.

Les effets et objets expédiés par les magasins de l'État ayant déjà été reçus définitivement, les corps ne doivent pas procéder à une nouvelle réception.

Dispositions concernant le renouvellement des effets de harnachement de réserve.

Art. 29. — Les commandants des écoles ou les chefs des établissements, lorsqu'ils auront reçu l'ordre de délivrer des effets de harnachement aux corps de troupe, les prélèveront en principe, sur le harnachement disponible.

On assurera l'écoulement régulier du harnachement de la réserve de guerre dont la conservation pourrait être compromise par un trop long séjour en magasin, en proposant tous les ans à l'inspection générale, pour le service courant, les effets de plus ancienne fabrication qui présenteraient le moins de garantie de durée, ou ceux qui auraient subi des détériorations.

Traits de rechange portés par le matériel de guerre.

Art. 30. — Toute voiture de mobilisation porte une paire de traits de rechange.

Afin d'assurer le renouvellement successif de ces effets, les chefs des établissements les feront échangrer contre des traits retirés des harnais qu'il y aura lieu de délivrer au corps.

Mise en vigueur du présent règlement.

Art. 32. — Le présent règlement sera mis en vigueur à partir du 1er janvier 1900.

Abrogation des dispositions antérieures.

Art. 33. — Toutes les dispositions antérieures, relatives au service et à l'entretien du harnachement du génie dans les éta-

blissements de l'arme, autres que celles qui concernent la comptabilité, les tarifs et les tables de construction, sont et demeurent abrogées.

ANNEXE N° 1.

EMPLOI DE LA GRAISSE DITE DUBBING POUR L'ENTRETIEN DU HARNACHEMENT EN MAGASIN.

La graisse Dubbing est employée, à l'exclusion de toute autre composition, pour l'entretien du harnachement en cuir fauve en magasin. Elle sert également au graissage du harnachement en cuir noir.

Préparation.

Pour préparer le Dubbing, faire fondre sur un feu doux un mélange de suif de mouton et d'huile de pied de bœuf, en évitant de pousser jusqu'à l'ébullition. Pendant l'opération, remuer sans cesse le mélange et le laisser ensuite refroidir.

Le Dubbing peut être employé immédiatement.

Mode d'emploi.

Brosser les cuirs et passer dessus une éponge légèrement imbibée d'eau. Les graisser ensuite sur la fleur et sur la chair avant qu'ils soient entièrement secs, en y appliquant le Dubbing à l'aide d'une brosse molle.

ANNEXE N° 2.

EMPLOI DU PÉTROLE POUR LA CONSERVATION DES FERRURES, DES CRAMPONS A GLACE ET DES CLOUS A FERRER DE RÉSERVE.

L'huile de pétrole est employée, à l'exclusion de toute autre substance, pour la conservation des ferrures, des crampons à glace et des clous à ferrer de réserve en dépôt dans les magasins. (Note du 17 juillet 1894, *Bulletin officiel*.)

Toutefois, les clous blancs, qui sont actuellement les seuls réglementaires, ayant très peu de tendance à l'oxydation, ne sont enduits de pétrole que s'ils sont placés dans des magasins dont la siccité est imparfaite, et si cette mesure est reconnue nécessaire à la suite des visites annuelles.

On fera de préférence usage de l'huile de pétrole de marques supérieures, et, dans tous les cas, de pétrole n'émettant pas de vapeurs inflammables lorsque la température reste inférieure à 35 degrés.....

ANNEXE N° 3.

PROCÉDÉ DE DÉSINFECTION DES SALLES DE HARNACHEMENT.

Les salles renfermant des couvertures et des panneaux seront soumises à des fumigations d'acide sulfureux produit par la combustion du sulfure de carbone au moyen du brûleur Ckiandi [1].

Les salles seront désinfectées successivement de manière à réduire le nombre des appareils qui seront nécessaires à chaque direction, école ou atelier de construction. Ces appareils pourront ensuite être mis à la disposition des annexes et des dépôts de matériel qui dépendent de ces établissements.

Tous les brûleurs seront allumés en même temps, après que tous les joints des fenêtres, des portes et ceux qui peuvent exister dans les parois des salles, auront été oblitérés avec beaucoup de soins. Cette mesure est indispensable pour assurer la réussite de l'opération.

ANNEXE N° 4.

EMPLOI DE L'HUILE LOURDE POUR ASSURER LA CONSERVATION DES RALLONGES DE TRAITS ET DES TRAITS DE POITRAIL.

Tremper les cordages dans l'huile lourde en les laissant immergés durant quatre heures; les faire sécher à l'air.

Pour activer le séchage, on pourra mélanger à l'huile lourde un cinquième de son poids d'huile de lin cuite [2].....

1. Cet appareil se trouve chez M. Wiesnegg, constructeur, 64, rue Gay-Lussac, à Paris.

2. Dans ces conditions, le séchage peut, pendant l'hiver, s'opérer en quarante-huit heures. Il faut 90 gr d'huile lourde pour imprégner une rallonge de trait; la dépense peut être évaluée à 5 cent., main-d'œuvre comprise.

ANNEXE N° 5.

ENTRETIEN DES HARNACHEMENTS SPÉCIAUX D'OFFICIER.

(Décision ministérielle n° 18 327, du 29 septembre 1898.)

Conservation des selles d'officier.

Les selles doivent être visitées avec un soin minutieux, au moins deux fois par an, en mars et en septembre; elles le sont plus fréquemment toutes les fois que l'apparition des mites indique une nouvelle génération d'insectes.

En été, les panneaux des selles doivent être battus une fois par mois; en hiver, ils le seront tous les deux mois. Si des panneaux contenaient des larves, ces dernières seraient facilement détruites en exposant les panneaux au soleil pendant les fortes chaleurs de l'été.

Les selles qui présenteraient des piqûres d'insectes seront mises à part, battues toutes les semaines, et les panneaux seront aspergés d'essence de térébenthine dans laquelle on aura fait dissoudre de la naphtaline.

Pour détruire complètement les insectes et purger les panneaux qui en seraient par trop infestés, il convient de vider les panneaux, faire tremper la laine dix minutes environ dans l'eau bouillante, la faire sécher et la nettoyer en la remaniant.

Le molleton des panneaux est lavé et aspergé d'essence de térébenthine; on remonte ensuite les panneaux en ajoutant une certaine quantité de laine neuve pour parer aux déchets.

Un moyen très efficace de désinfection pour le harnachement et les selles qui contiennent des mites et papillons consiste à les soumettre à des fumigations d'acide sulfureux produit par la combustion du sulfure de carbone au moyen du brûleur Ckiandi, conformément aux prescriptions de la note jointe au *Bulletin officiel* du 4 janvier 1897, page 3; un brûleur Ckiandi suffit pour une salle d'une contenance de 150 m^3.

Toutefois, l'emploi du sulfure de carbone comme agent direct de destruction des insectes est interdit, parce que la présence de cette substance dans les magasins constitue un danger perma-

nent d'incendie et aussi parce que sa vapeur exerce une action nuisible sur la santé des hommes.

Il est interdit également de produire l'acide sulfureux par la combustion directe du soufre dans un récipient quelconque.

PROMOTIONS, MUTATIONS ET RADIATIONS

Du 15 novembre au 15 décembre 1899.

ARMÉE ACTIVE.

OFFICIERS.

COLONEL. — Promu *Général de brigade :* M. *Marmier,* gouverneur de Bizerte (1er décembre).

CHEF DE BATAILLON. — Radiation : M. *Létard,* chef du génie à Périgueux, retraité (25 novembre).

CAPITAINES EN 1er. — Mutations : M. *Junck,* hors cadres à l'état-major de l'armée (1er bureau), mis à la disposition du Ministre des colonies pour être employé à l'état-major du corps d'occupation de Madagascar (26 avril). — MM. *Mercier* (L. A. H.), à Cherbourg, désigné pour le 3e rég., à Arras. — *Arnaud* (C.), à Albertville, désigné pour Grenoble. — *Julien* (D.), à Perpignan, désigné pour le 7e rég., comp. 13/4, à Briançon. — *Lelièvre,* à Nice, désigné pour Marseille. — *Gilard,* au 7e rég., comp. 13/4, à Briançon, désigné pour le 6e rég., à Angers. — *Thouzellier,* à Lyon, désigné pour le 4e rég., à Grenoble. — *Delahet,* au 4e rég., à Grenoble, désigné pour Albertville (16 novembre). — MM. *Potez,* breveté, au 3e rég., à Arras, mis hors cadres, service d'état-major, et désigné pour servir en qualité d'officier d'ordonnance auprès de M. le général gouverneur de Dunkerque. — *Ancel,* à la disposition du général Carette pendant la durée de son inspection du 8e arrondissement, désigné pour servir d'officier d'ordonnance auprès de cet officier général gouverneur de Belfort (21 novembre). — M. *Perret,* au 5e rég., à Versailles, mis hors cadres, à la disposition du Ministre des colonies (chemin de fer de la Guinée française) [28 novembre]. — MM. *Létonné,* breveté, sortant de l'École supérieure de guerre, désigné pour accomplir un stage à l'état-major du 18e corps d'armée. — *Barel,* breveté, sortant de l'École supérieure de guerre, désigné pour accomplir un stage à l'état-major du gouvernement de Lyon et du 14e corps d'armée. — *Dupré,* breveté, sortant de l'École supérieure de guerre, dé-

signé pour accomplir un stage à l'état-major du 16e corps d'armée (29 novembre).

CAPITAINES EN 2e. — Mutations : MM. *Poulaillon,* à Grenoble, désigné pour Lyon. — *Rochard,* à Mézières, désigné pour le 3e rég., à Arras. — *Grosjean,* à Tarbes, désigné pour le 7e bat. du 4e rég., à Besançon (16 novembre). — *Didier,* au 7e rég., à Avignon, désigné pour servir d'officier d'ordonnance auprès de M. le général de division Marcille, gouverneur de Verdun (24 novembre). — M. *Beauvois,* à Paris (R. G.), mis hors cadres, à la disposition du Ministre des colonies (chemin de fer de la Guinée française) [28 novembre]. — M. *Poindron,* breveté, sortant de l'École supérieure de guerre, désigné pour accomplir un stage à l'état-major du gouvernement militaire de Paris (29 novembre).

Radiation : M. *Bassez,* à Fontainebleau, décédé (5 décembre).

LIEUTENANTS EN 1er. — Mutations : MM. *Normand,* au 6e rég., à Angers, mis hors cadres, à la disposition du Ministre des colonies (chemin de fer de la Guinée française). — *Pierrot,* au 5e rég., à Versailles, mis hors cadres, à la disposition du Ministre des colonies (chemin de fer de la Guinée française) [28 novembre].

LIEUTENANT EN 2e. — Radiation : M. *Chevalme,* au 2e rég., à Montpellier, mis en non-activité pour infirmités temporaires (23 novembre).

SOUS-LIEUTENANTS. — Radiations : MM. *Barrion* et *Fleury,* élèves à l'École d'application à Fontainebleau, démissionnaires (11 novembre). — M. *Martinet,* élève à l'École d'application à Fontainebleau, démissionnaire (23 novembre).

RÉSERVE.

LIEUTENANTS. — MM. *Chavagnac* et *Arnaud,* lieutenants démissionnaires, nommés lieutenants de réserve (23 novembre).

SOUS-LIEUTENANTS. — Nominations : MM. *Fleury, Barrion, Ronzel, Villoutreix, Juvin, Devivaise, Tournigand, Deswarte, Gronier, Sance, Ricard, Marcaud, Cantournet, Gache, Vigne, Roume, Pelletier, Juliot, Gontault, Gasseing, Cussy,* nommés sous-lieutenants de réserve (23 novembre).

Radiations : M. *Jaricot,* démissionnaire (24 octobre). — M. *Fabre,* démissionnaire (4 novembre).

ADJOINTS.

ADJOINTS PRINCIPAUX. — Radiations : M. *Denis,* à Boulogne-sur-Mer, retraité (20 novembre). — M. *Boulangé,* à Paris (R. D.), retraité (30 novembre).

ADJOINT DE 1re CLASSE. — Radiation : M. *Wilain,* à Givet, décédé (14 novembre).

ADJOINTS DE 2e CLASSE. — Mutation : M. *Quénelle,* à Bonifacio, mis à la disposition du Ministre des colonies (chemin de fer de la Guinée française) [28 novembre].

Radiation : M. *Boniface,* à Perpignan (direction), décédé (19 novembre).

ADJOINTS DE 3e CLASSE. — Mutations : MM. *Gerdol,* à Rennes ; *Cunin,* à Boulogne-sur-Mer, mis hors cadres, à la disposition du Ministre des colonies (chemin de fer de la Guinée française) [28 novembre].

SOUS-OFFICIERS. — Promus stagiaires : MM. *Godfrin,* serg. au 1er rég. ; *Ibran,* serg. au 2e rég., mis hors cadres, à la disposition du Ministre des colonies (chemin de fer de la Guinée française) [29 novembre].

ARMÉE TERRITORIALE.

OFFICIERS.

LIEUTENANTS-COLONELS. — Nominations : MM. *Godard, Barre* (25 novembre).

CHEFS DE BATAILLON. — Nominations : MM. *Bailly, Létard* (25 novembre).

ADJOINTS.

ADJOINTS PRINCIPAUX DE 1re CLASSE. — Nominations : MM. *Darchicourt, Sehet* et *Boucker* (25 novembre).

ADJOINT PRINCIPAL DE 2e CLASSE. — Nomination : M. *Châtaux* (25 novembre).

ADJOINTS DE 3e CLASSE. — Nominations : MM. *Lavaud, Jean, Duburg, Sicard, Rochon, Rion, Clerget, Espy,* conducteurs des Ponts et chaussées (25 novembre).

TABLEAUX D'AVANCEMENT POUR 1899

LIEUTENANT-COLONEL. — Classé pour le grade de *Colonel :* M. *Dolot,* chef du génie à Tunis (28 novembre) [services exceptionnels rendus dans l'organisation de la défense de Bizerte].

ERRATUM AU NUMÉRO DE NOVEMBRE 1899.

Page 573, ligne 28, *au lieu de :* au commandement du gouvernement, *lire :* au commandement du génie du gouvernement.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME XVIII

(JUILLET — DÉCEMBRE 1899)

Pages.

Abaques : théorie des — (d'Ocagne) 81*
Acier : conduite en tôle d'— 167
Aide-mémoire de la construction (Kœmerer). 168
Air : élévateur-transporteur à — comprimé 467*
Allumeur à toile métallique de sûreté pour mines grisouteuses. 568
Alpins : Au pays des — (Duhamel), ... 182*
Antenne pour télégraphie sans fil (fig.) 443*
Armée et forteresses. 71*
Artillerie : Lecciones de Artilleria (de la Llave y Garcia). 85*

Ballon : photographie en — et téléphotographie 181
Bateaux : résistance à la traction des — de rivière (fig.). 169
Béton armé : les constructions en — (fig.), 127*, 193*; théorie sur le — de MM. Hennebique (fig.), 129*, de Todesco, Stellet, Lefort (fig.), 135*, Considère (fig.), 145; planchers en — (fig.), 193*; plafonds en — (fig.), 193*; poutres en — (fig.), 207*; paraballes en — (fig.), 207*; murs en — (fig.), 210*; cloisons en —, 210*; combles en — (fig.), 213*; couvertures en — (fig.), 213*; réservoirs en — (fig.), 218*; canalisations en — (fig.), 222*; — pour retranchements, 465*; magasins en —, 651; accidents 652
Bicyclette pour voies ferrées. 178*
Bobine : d'induction pour télégraphie sans fil (fig.), 446*; — de self-induction pour télégraphie sans fil (fig.) . . 454*
Boucliers en tôle pour retranchements 465*
Bressonnet : le général de division — 569*

Calculs des constructions en béton armé. 129*
Canalisations en béton armé (fig.) 222*
Caoutchouc : sa perméabilité pour les gaz 180

Nota. — L'astérisque indique un article de quelque développement.

Pages.

Carreaux CASTAING dans les hôpitaux. 403*
Carte : projet de réfection de la — de France 179
Casernement : législation sur le —. 505
Champs de tir : établissement des régimes des — de circonstance et temporaires 186*
Chauffage des hôpitaux (fig.) 406*
Chemin de fer : bicyclette sur voie de —, 178*; vérification du tracé du —, 178; le — transsaharien, 468; transports en — des pigeons voyageurs, 469*; pétard de — en Autriche-Hongrie 567*
Ciment : comme enduit imperméable, 467; dilatation du — 650
Cintres : voûtes sans —, 167; — extensibles 651
Clef : Morse pour télégraphie sans fil (fig.), 449*; — commutateur pour télégraphie sans fil (fig.). 449*
Cloisons en béton armé. 210*
Clôtures métalliques et téléphonie 181
Coefficient d'élasticité du béton armé 147
Cohéreur pour télégraphie sans fil (fig.). 451*
Colombiers militaires : enregistreur électrique pour —. . 654
Colonies : au sujet des officiers et adjoints demandant à servir aux —. 470*
Combles en béton armé (fig.) 213*
Commission d'expériences des engins et méthodes employés par le service du génie. 184*
Conduite d'eau : en tôle d'acier en arc comprimé, 167; — sur chevalets, noyée. 167
Congrès : officiers autorisés à prendre part aux travaux du — des méthodes d'essai des matériaux de construction. 577*
Constructions : en béton armé (fig.), 127*, 193*; — incombustibles, 168; *Les — en ciment armé* (BOUSSIRON), 168; *Contribution à la — des voûtes* (DEBO), 168; *Aide-mémoire de la —* (KŒMERER) 168; — en sous-œuvre . 651*
Contentieux : intervention du préfet dans l'instruction du — des affaires de l'administration de la guerre, 90*; — en matière de marchés de travaux militaires. . . . 533*
Côtes : La défense des — (GRASSET) 466
Courants alternatifs : théorie et applications des — (fig.), 51*, 231*; théorie de Maxwell sur les — (fig.). 52*

Pages.

Couvertures en béton armé (fig.). 213*

Distributions d'eau (Dariès). 168

Dynamomètre hydraulique 170

Eau : conduite d'— de San-Francisco, 167 ; *Distributions d'—* (Dariès), 168 ; élévation d' — par noria 179*

Échelles pour plongées d'ouvrages de fortification. . . . 577*

Électricité : théorie et applications des courants alternatifs (fig.), 51*, 231* ; simplification du système des unités en —, 180 ; *Distribution de l'énergie électrique en Allemagne* (Bos et Laffargue), 181 ; *Progrès de l'—* (Bouty), 181 ; enregistreur pour colombiers 656

Élévateur-transporteur à air comprimé 467*

Enduit : étanche au bitume, 167 ; — au ciment 467

Engrais pour gazonnement 647*

Équipages de pont : visite et entretien des — 474*

Escaliers d'hôpitaux, 499* ; — pour plongées des ouvrages de fortification 577*

Essai de matériaux de construction. Congrès. 577*

Expériences : commission d'— des engins et méthodes employés par le service du génie, 184* ; — de télégraphie sans fil entre Douvres et Boulogne (fig.), 457* ; — de syntonisation 462*

Exploration : organisation d'un voyage d'—. 282

Explosifs : pétards de chemin de fer en Autriche-Hongrie, 567* ; allumeur de sûreté pour mines grisouteuses, 568 ; sensibilité à l'action des détonateurs. 653

Fil de fer pour fortification de campagne, prescriptions allemandes. 466

Forteresse : armée et —, 71* ; situation actuelle des — à forts détachés 593*

Fortifications : nouveaux forts autour de Metz 74*

Fortification : mise en harmonie avec la tactique, 71* ; retranchements permanents pour l'infanterie, 465* ; emploi du fil de fer dans la — de campagne, 466 ; *La défense des côtes* (Grasset), 466 ; échelles et escaliers pour atteindre les plongées des ouvrages de —, 577* ; étude sur la — permanente, 581* ; rôle de la — permanente,

Pages

585*; de la — d'arrêt, 592*; situation actuelle des places à forts détachés, 593*; gazonnement 647*
Forts : situation actuelle des places à — détachés, 593*; sur les détails des — détachés. 600*

Galeries de communication dans les hôpitaux 500*
Gaz : leur pénétration dans le caoutchouc. 180
Génie : sur la séparation des carrières dans l'arme du —, 76*; commission d'expériences du —. 184*
Géographie : la — militaire et les nouvelles méthodes géographiques (fig., pl.), 5*, 97*; considérations générales sur la —. 111*

Harnachement : les blessures de — dans l'artillerie, 282; cession à titre remboursable de — spéciaux d'officier, 578*; service et entretien du —. 656*
Hertz : ses expériences sur les oscillations électriques. . 232*
Hôpitaux : pavillons d'— (fig.), 389*, 485*; ventilation des — (fig.), 393*; carreaux Castaing dans les —, 403*; impostes dans les —, 405*; chauffage des — (fig.), 406*; orientation des —, 485*; types de pavillons d'— (fig.), 492*; détails d'aménagement d'— (fig.), 499*; escaliers d'—, 499*; galeries de communication dans les —, 500*; réfectoires d'— (fig.), 501*; trémies à linge sale dans les — 502*
Hourdis en béton armé Thomas, ... 199, 651
Hygiène coloniale (Treille). 86*

Impostes dans les hôpitaux 405*
Infirmerie-hôpital (fig.). 498*

Logement des troupes de garnison, 505*, 605*; — chez l'habitant 514*

Magasins à mélinite : proscription du plomb 469*
Marchés : compétences dans l'approbation des —, 91*; conditions du travail dans les — de l'État, 470*, 471*; contestations en matière de — de travaux militaires, 533*; sur le cahier des clauses et conditions générales des — de travaux militaires. 631*

Pages.

Mélinite : proscription du plomb dans les magasins à —. 469*
Métal déployé 199
Métallurgie : l'industrie de la — dans la région de Saint-Étienne 180
Murs en béton armé (fig.) 210*
Navigation : traversée d'un lac sur portières, 468 ; résistance à la — des bateaux. 169*
Nomographie : Traité de — (D'OCAGNE), 81* ; — dans l'enseignement 654
Noria LEMAIRE. 179*
Objectif photographique (MOËSSARD). 181
Organisation du génie : contre la séparation des carrières. 76
Orientation des pavillons d'hôpitaux 485
Oscillateur de télégraphie sans fil (fig.) 446*
Paraballe en béton armé (fig.) 207*
Passage d'un lac sur portières. 468
Pavillons d'hôpitaux (fig.) 389*, 485*
Pétard pour signaux de chemin de fer en Autriche-Hongrie 567*
Photographie : en ballon et téléphotographie, 181 ; *l'objectif photographique* (MOËSSARD). 181
Pigeons voyageurs : transport en chemin de fer des —, 469* ; enregistreur électrique pour —. 656*
Plafonds en béton armé (fig.). 193*
Planchers en béton armé (fig.). 193*
Plomb : proscription du — dans les magasins à mélinite. 469*
Pont : visite et entretien des équipages de — 474*
Portières : traversée d'un lac sur — 468
Poutres en béton armé (fig.) 207*
Prix d'encouragement de 1898 . . . . . 92*
Réfectoires d'hôpitaux 501*
Relais pour télégraphie sans fil (fig.). 454*
Réservoirs en béton armé (fig.) 219*
Résistance à la traction des bateaux de rivière (fig.). . . 169*
Retranchements permanents pour l'infanterie 465*
Sauvetage d'un homme enseveli à Montfaucon-d'Argonne (fig.) 417*

Pages.

Syntonisation dans la télégraphie sans fil, 440* ; expériences de — 462*
Système défensif de la France et géologie 114
Tableaux : d'avancement, 96*, 288*, 568* ; — de concours pour la Légion d'honneur 192*
Télégraphie : effectif et emploi des troupes de — de France, 91* ; — sans fil, par ondes hertziennes (fig.), 250*, 437* ; étude théorique de la — sans fil (fig.), 250* ; historique de la — sans fil, 255* ; *organisation et fonctionnement de la — militaire* (Papuchon), 281 ; station Marconi de — sans fil (fig.) 437*
Téléphonie : clôture métallique et — 181
Téléphotographie : photographie en ballon et — 181
Témoignages de satisfaction à des officiers 283, 577
Tôle : conduite en — d'acier, 167 ; boucliers en — pour retranchements. 465*
Transporteur : élévateur — à air comprimé 467*
Travaux : sur la séparation des — dans l'arme du génie, 76* ; — d'hiver en 1897-1898, 471* ; contestations dans les marchés des — militaires, 533* ; sur le cahier des clauses et conditions générales des marchés des — militaires. 631*
Trémies à linge sale pour hôpitaux. 502*
Troupes : effectif et emploi des télégraphistes des — du génie de France, 91* ; logement des — de garnison, 505*, 605*
Tuyaux en tôle d'acier, 167 ; — en béton armé, 223 ; — doublés de verre. 651
Vareuse pour officiers et assimilés 89*
Vauban : Analyse et extraits de la correspondance de —, 259*, 549*
Ventilation des locaux à l'épreuve, 279* ; — des hôpitaux (fig.). 393*
Vitesse de l'air : sa mesure par le pneumomètre. 281*
Voies ferrées : bicyclette sur les —, 178* ; vérification du tracé des —. 178
Voûtes sans cintres, 167 ; *Contribution à la construction des —* (Debo) : 168
Voyage : organisation d'un — d'exploration. 282

Nancy, impr. Berger-Levrault et Cie.

Le gérant, Ch. Norberg.

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE R.F. IMPRIMÉS

Étrennes 1900

BULLETIN MENSUEL (1899, N° 12)

DES PUBLICATIONS DE LA

LIBRAIRIE BERGER-LEVRAULT & Cie

Beau volume in-12 de 430 pages, couverture illustrée de ***V. Prouvé.*** **3** fr. **50** c.
Élégamment relié en percaline, plaques spéciales, tête dorée. . . . . **5** fr.

Étrennes 1900

BERGER-LEVRAULT & Cie, ÉDITEURS

PARIS, 5, rue des Beaux-Arts. — Rue des Glacis, 18, NANCY.

ARDOUIN-DUMAZET

Haute-Picardie

Champagne rémoise

et Ardennes

20e volume du *VOYAGE EN FRANCE*

SOMMAIRE : 1. En Noyonnais. — 2. En Soissonnais. — 3. En Laonnais. — 4. Les Vanniers de la Thiérache. — 5. Le Familistère de Guise. — 6. La Vallée de l'Oise et Saint-Gobain. — 7. Coucy et le Tardenois. — 8. Reims. — 9. Épernay et le vignoble d'Ay. — 10. La Montagne de Reims et ses vins. — 11. Le Camp de Châlons. — 12. Les Champs catalauniques. — 13. Le Rethelois et le Porcien. — 14. Entrée dans l'Ardenne. — 15. Le Royaume de la quincaillerie. — 16. La Principauté de Château-Regnault. — 17. Les Dames de Meuse. — 18. Les Givets. — 19. Rocroi et le cheval ardennais. — 20. Le Champ de bataille de Sedan. — 21. Sedan industriel et ses annexes. — 22. De l'Argonne en Champagne pouilleuse. — 23. La Héronnière du Grand-Écury. — 24. Vertus et le mont Aimé.

Un volume in-12 de 400 pages, avec 22 cartes ou croquis.

Chaque volume in-12 d'environ 380 pages, avec cartes, broché. . . **3** fr. **50** c.
Élégamment cartonné en toile souple, tête rouge. . . . . **4** fr.

PAUL DESPIQUES

AGRÉGÉ D'HISTOIRE, PROFESSEUR AU LYCÉE DE REIMS

SOLDATS DE LORRAINE

CHEVERT, OUDINOT, EXELMANS, LATAYE, MARGUERITTE, ETC.

Préface de PAUL et VICTOR MARGUERITTE

Un beau volume in-8 de 330 pages, tiré sur fort papier vélin, avec 33 illustrations (dessins originaux, portraits, reproductions photographiques). — Prix, broché sous couverture illustrée. . . . . 5 fr.
Élégamment relié en percaline gaufrée, plaque spéciale, tête dorée . 6 fr. 50 c.

BERGER-LEVRAULT & Cie, ÉDITEURS

PARIS, 5, rue des Beaux-Arts. — Rue des Glacis, 18, NANCY.

Étrennes 1900

ARDOUIN-DUMAZET

VOYAGE EN FRANCE

20 VOLUMES PARUS

CHAQUE VOLUME AVEC CARTES ET CROQUIS

PRIX { Broché . . . . . 3 fr. 50 c.
Élégamment relié . . . 4 fr.

Ouvrage couronné par l'Académie française, la Société des Gens de Lettres et la Société de Géographie de Paris

Envoi du Catalogue détaillé de la collection sur demande

EN VENTE PARTOUT

Volumes parus du « VOYAGE EN FRANCE »

1. Morvan, Val de Loire, Perche.
2. Des Alpes mancelles à la Loire maritime.
3-4. Les Iles de l'Atlantique, *2 vol.*
5. Iles françaises de la Manche et Bretagne.
6. Cotentin, Normandie, Pays d'Auge, Pays de Caux.
7. La Région lyonnaise.
8. Le Rhône du Léman à la mer.
9. Dauphiné, Viennois, Graisivaudan, Oisans, Diois, Valentinois.
10. Les Alpes du Léman à la Durance.
11. Forez, Vivarais, Tricastin et Comtat-Venaissin.
12. Alpes de Provence et Alpes maritimes.
13. Provence maritime.
14. La Corse.
15. Les Charentes et la Plaine Poitevine.
16. De Vendée en Beauce.
17. Littoral de Caux et Picardie.
18-19. Région du Nord, *2 vol.*
20. Haute-Picardie, Champagne rémoise et Ardennes.

21. Haute-Champagne, Basse-Lorraine (*sous presse*).

Étrennes 1900

BERGER-LEVRAULT & Cie, ÉDITEURS

PARIS, 5, rue des Beaux-Arts. — Rue des Glacis, 18, NANCY.

PIERRE LEHAUTCOURT

LA DÉFENSE NATIONALE
EN 1870-1871

Complet en huit volumes in-8, brochés (49 fr.)

Couronné par l'Académie française (second grand prix Gobert — 1899)

SIÈGE DE PARIS (3 vol. 18 fr.)

Ire PARTIE : ***Châtillon, Chevilly, La Malmaison*** (7 août-27 octobre 1870). 1898. Un volume de 415 pages, avec 4 cartes. . . . . **6** fr.

IIe PARTIE : ***Le Bourget, Champigny*** (28 octobre-3 décembre 1870). 1898. Un volume de 447 pages, avec 4 cartes. . . . . **6** fr.

IIIe PARTIE : ***Buzenval, La Capitulation*** (4 décembre 1870-29 janvier 1871). 1898. Un volume de 460 pages, avec 5 cartes . . . . . **6** fr.

CAMPAGNE DE LA LOIRE (2 vol. 15 fr.)

Ire PARTIE : ***Coulmiers et Orléans.*** 1893. Un vol. de 478 pages, avec 6 cartes. **7** fr. **50** c.

IIe PARTIE : ***Josnes, Vendôme, Le Mans.*** 1895. Un volume de 448 pages, avec 13 cartes. . . . . **7** fr. **50** c.

CAMPAGNE DU NORD

Nouvelle édition, entièrement revue et corrigée. 1897. Un volume de 359 pages, avec 9 cartes . . . . . **6** fr.

CAMPAGNE DE L'EST (2 vol. 10 fr.)

Ire PARTIE : ***Nuits, Villersexel.*** 1896. Un volume de 301 pages, avec 7 cartes . . **5** fr.

IIe PARTIE : ***Héricourt, La Cluse.*** 1896. Un volume de 311 pages, avec 4 cartes. . **5** fr.

Cinq mois au pays des Somalis

Par le Prince Nicolas D. GHIKA

SUIVI DE LA FAUNE SOMALIE ET D'UNE LISTE DES PLANTES DÉCRITES

Par G. SCHWEINFURTH et G. VŒLKENS

Beau volume grand in-8, avec 2 portraits et 25 phototypies hors texte et 2 cartes.

Prix, cartonné en percaline gaufrée, **15** fr.

BERGER-LEVRAULT & Cie, ÉDITEURS

PARIS, 5, rue des Beaux-Arts. — Rue des Glacis, 18, NANCY.

Étrennes 1900

Vient de paraître

DEUXIÈME ÉDITION

REVUE ET AUGMENTÉE

Au Sud de l'Afrique

Par FRÉDÉRIC CHRISTOL

Élégant volume in-12, avec 152 dessins et croquis de l'auteur, broché sous couverture en couleurs. — Prix : **3** fr. **50** c.

SUR

LE HAUT-ZAMBÈZE

VOYAGES ET TRAVAUX DE MISSION

Par F. COILLARD

DE LA SOCIÉTÉ DES MISSIONS ÉVANGÉLIQUES DE PARIS

Préface de M. J. de SEYNES, président de la Société des Missions évangéliques de Paris

Un très beau volume grand in-8, illustré de 33 superbes planches hors texte en similigravure et 2 cartes. — Broché, **8** fr.
Relié en toile gaufrée, plaques spéciales, tranches rouges. Prix : **10** fr.

Étrennes 1900

BERGER-LEVRAULT & Cie, ÉDITEURS

PARIS, 5, rue des Beaux-Arts. — Rue des Glacis, 18, NANCY.

CARNET D'ÉTAPES DU DRAGON MARQUANT. Démarches et actions de l'Armée du centre pendant la campagne de 1792. Publié d'après le manuscrit original, par G. VALLÉE et G. PARISET. 1898. Un volume in-12 de 318 pages, avec une carte, broché. . . . . **3** fr. **50**

LES GRANDS CAVALIERS DU PREMIER EMPIRE. Notices biographiques par le général Ch. THOUMAS. 1re série : Lasalle, Kellermann, Montbrun, les trois Colbert, Murat. Un volume grand in-8 de 521 pages, avec 2 portraits, broché . . . . . **7** fr. **50** c.
2e série : Nansouty, Pajol, Milhaud, Curély, Fournier-Sarlovèze, Chamorin, Sainte-Croix, Exelmans, Marulaz, Franceschi-Delonne. 1892. Un vol. grand in-8 de 537 pages, avec 8 portraits . . . . . **7** fr. **50**

GRANDS ARTILLEURS. Drouot, Sénarmont, Éblé, par Maurice GIROD DE L'AIN, capitaine d'artillerie. Beau volume de 465 pages, avec 4 portraits, br. **8** fr.
(Couronné par l'Académie française.)

SOUVENIRS DU CHEVALIER DE VILLEBRESME, MOUSQUETAIRE DE LA GARDE DU ROI (1772-1813). Guerre d'Amérique. Emigration. Publiés pour la première fois par le vicomte Maurice DE VILLEBRESME. 1897. Un vol. grand in-8 de 208 pages, avec portrait, broché. **5** fr.

ROSBACH ET IÉNA. Recherches sur l'état physique et intellectuel de l'armée prussienne pendant la période de transition du XVIIIe au XIXe siècle, par le baron COLMAR VON DER GOLTZ. Traduit par le commandant CHABERT. Nouvelle édition. 1896. Un volume in-8 de 493 pages, avec 2 plans coloriés, broché. . . . **5** fr.

L'ESPRIT DE LA GUERRE MODERNE, d'après les grands capitaines et les philosophes, par le colonel R. HENRY. 2e édition. Vol. in-8 de 637 pages, br. **7** fr. **50**

LA PRISE DE BONE ET BOUGIE, d'après des documents inédits (1832-1833), par le général CORNULIER-LUCINIÈRE. Nouvelle édition. 1898. Un volume in-12 de 385 pages, avec nombreuses illustrations, par le lieutenant CLÉMENT, broché. . . . . **3** fr. **50**

LES ARCHIVES DE LA GUERRE historiques et administratives (1688-1898), par P. LAURENCIN-CHAPELLE, rédacteur principal aux archives de la guerre. Élégant volume in-8, illustré de 4 planches et 52 vignettes anciennes en fac-similé, broché . . . . . **7** fr. **50**

UN GÉNÉRAL DE L'ARMÉE D'ITALIE. SÉRURIER (1742-1819), d'après les archives de France et d'Italie, par Louis TUETEY, rédacteur à la section historique du Ministère de la guerre. 1899. Un volume in-8 de 392 pages, avec portraits, gravures et cartes, br. **5** fr.

SOUVENIRS MILITAIRES D'UN OFFICIER DU PREMIER EMPIRE (1795-1832), par J.-N.-A. NOEL, chevalier de l'Empire, colonel d'artillerie. 1896. Un volume gr. in-8, avec 1 portrait, 1 gravure et 6 cartes ou plans, broché. **6** fr.

SOUVENIRS ET CAMPAGNES D'UN VIEUX SOLDAT DU PREMIER EMPIRE (1803-1814), par le commandant PARQUIN. Introduction par le capitaine A. AUBIER. Un volume in-8 de 430 pages, avec 1 portrait . . . . . **6** fr.

LASALLE. D'ESSLING A WAGRAM. Correspondance recueillie et publiée avec notes biographiques par A. ROBINET DE CLÉRY. Beau vol. in-8, avec 13 gravures et une carte, broché . . . . . **5** fr.

LE GÉNÉRAL CURÉLY. Itinéraire d'un cavalier léger de la Grande-Armée (1793-1815). Publié d'après un manuscrit authentique par le général Ch. THOUMAS. Un vol. in-12 de 448 pages, avec portrait et fac-similé, broché. . . . . **3** fr. **50**

LE GÉNÉRAL AUGUSTE COLBERT (1793-1809). Traditions, souvenirs et documents touchant sa vie et son temps. Recueillis par son fils, le marquis de COLBERT-CHABANAIS. 2e édition. 3 vol. in-12, brochés. . **12** fr.

SOUVENIRS MILITAIRES (1805-1818), par A. THIRION, de Metz. Volume in-12, broché. . . . . **4** fr.

TRENTE ANS DE LA VIE MILITAIRE, par le capitaine H. CHOPPIN. Volume in-12 avec illustrations par E. GRAMMONT, broché. . . . . **6** fr.

LES TRANSFORMATIONS DE L'ARMÉE FRANÇAISE. Essai d'histoire et de critique sur l'état militaire de la France, par le général Ch. THOUMAS. 2 forts volumes grand in-8, brochés . . . . . **18** fr.

LA DÉFENSE D'HUNINGUE EN 1815 ET LE GÉNÉRAL BARBANEGRE, d'après les documents inédits, par M. l'abbé CASTEIG, de Pau. 1898. Un volume grand in-8 de 138 pages, avec 3 illustrations . . . . . **3** fr. **50**

AU RÉGIMENT. — EN ESCADRE, par ARDOUIN-DUMAZET et Paul GERS, préface de M. Mézières, de l'Académie française. Un magnifique volume grand in-8 de 344 pages, imprimé sur papier vélin, avec *350 photographies instantanées*, prises en majeure partie à l'occasion des voyages présidentiels de M. Carnot en 1893. Broché sous une élégante couverture illustrée. **16** fr.
Relié en percaline gaufrée, plaques spéciales, tête dorée. . . . . **18** fr.

UN HÉROS DE LA DÉFENSE NATIONALE : VALENTIN ET LES DERNIERS JOURS DU SIEGE DE STRASBOURG, par Lucien DELABROUSSE. 1898. Un volume in-8, avec 1 portrait, 1 autographe de Valentin et 2 cartes, br. **5** fr.

LES HÉROS DE LA DÉFAITE (Livre d'or des vaincus). Récits de la guerre de 1870-1871, par Joseph TURQUAN. Un volume in-12 de 406 pages, broché. . . **3** fr. **50**
Relié en percaline, plaques spéciales. . . . **4** fr. **50**

LES FEMMES DE FRANCE PENDANT L'INVASION 1870-1871, par Joseph TURQUAN. Un beau volume in-12 de 449 pages, broché sous couvert. illustrée. **3** fr. **50**

LE GÉNÉRAL BOURBAKI, par le commandant GRANDIN, lauréat de l'Institut de France et de la Société d'encouragement au bien. 1898. Un volume in-8, avec portrait et fac-similé d'une lettre autographe de Bourbaki à l'auteur, broché . . . . . **5** fr.

L'ARMÉE ALLEMANDE, par Ch. SPECKEL, capitaine du génie, et G. FOLIOT, lieutenant du génie. Joli vol. in-8, avec nombreuses illustrations, par A. FLEURI, broché sous couverture illustrée . . . . . **5** fr.

LA GUERRE FRANCO-ALLEMANDE EN 1870-1871, décrite d'après l'ouvrage du grand état-major et avec son autorisation, par le major SCHEIBERT. Traduite par Ernest JAEGLÉ, professeur à l'École spéciale militaire de Saint-Cyr. Nouvelle édition. Un vol. in-8 de 946 pages, avec 44 plans, broché. . . . . **10** fr.

JOURNAL D'UN OFFICIER DE L'ARMÉE DU RHIN, par le général FAY. 5e édition, revue et augmentée. Un vol. in-8 de 410 pages, avec une carte, broché . . . **5** fr.

RÉCITS SUR LA DERNIERE GUERRE FRANCO-ALLEMANDE (du 17 juillet 1870 au 10 février 1871). *Wissembourg, Frœschwiller, Sedan, Siège de Paris*, par C. SARAZIN, ancien médecin en chef de l'ambulance de la 1re division du 1er corps, etc. Vol. in-12, broché. . **3** fr. **50**

IMPRESSIONS DE CAMPAGNE (1870-1871). *Siège de Strasbourg, Campagne de la Loire, Campagne de l'Est*, par H. BEAUNIS, ancien médecin en chef de l'ambulance de la 1re division du 18e corps, etc. Volume in-12, broché . . . . . **3** fr. **50**

UNE MISSION DIPLOMATIQUE EN OCTOBRE 1870, de Paris à Vienne et à Londres, par F. REITLINGER, avocat à la Cour d'appel de Paris. 1899. Un volume in-12, broché, couverture en couleurs . . . . . **3** fr. **50**

L'EMPEREUR GUILLAUME, par Louis SCHNEIDER. Souvenirs intimes, revus et annotés par l'empereur sur le manuscrit original. Traduit de l'allemand par Ch. RABANY. 3 beaux vol. grand in-8, avec fac-similé, brochés. . . . . **24** fr.
La plus grande partie de l'ouvrage est consacrée aux campagnes de 1866 et de 1870-1871.

BERGER-LEVRAULT & Cie, ÉDITEURS

PARIS, 5, rue des Beaux-Arts. — Rue des Glacis, 18, NANCY.

Étrennes 1900

DE THESSALIE EN CRÈTE. Impressions de campagne (avril-mai 1897), par Pierre MILLE, rédacteur du *Journal des Débats*. 1898. Elégant volume in-12, avec 16 gravures hors texte, broché . . . . . **3 fr. 50**

FRANÇAIS ET RUSSES. *Moscou et Sévastopol. 1812-1854*, par Alfred RAMBAUD. 5e édition. Un vol. in-12 avec couverture illustrée, broché . . . . . **3 fr. 50**

SIX SEMAINES EN RUSSIE. Sites, mœurs, beaux-arts, industrie, finances, Exposition de Moscou, par Jacques REVEL. Elégant volume in-12, broché sous couverture en couleurs . . . . . **3 fr. 50**

LETTRES DU MARÉCHAL BOSQUET (1830-1858). Un volume in-8 de 408 pages, avec portrait en héliogravure, broché . . . . . **5 fr.**

RUSSES ET PRUSSIENS. GUERRE DE SEPT ANS, par Alfred RAMBAUD, ministre de l'instruction publique. Un beau volume in-8 de 400 pages, avec 10 dessins d'uniformes, par Henry GAXIER, 4 cartes et 7 plans de batailles, broché sous couverture illustrée . . . **10 fr.**
Relié en percaline gaufrée, tête dorée . . . . **12 fr.**

SOUVENIRS DE LA GUERRE DE CRIMÉE (1854-1856), par le général FAY, ancien aide de camp du maréchal Bosquet. 2e édition. Couronné par l'Académie française. Vol. in-8 avec 1 planche et 3 cartes, br. **6 fr.**

LETTRES D'UN ZOUAVE. De Constantine à Sébastopol, par Amédée DELORME. 1896. Un vol. in-12, broché sous couverture illustrée . . . . . **3 fr. 50**

L'ESCADRE DE L'AMIRAL COURBET, par Maurice LOIR, lieutenant de vaisseau à bord de la *Triomphante*. Illustrations par M. BROSSARD DE CORBIGNY. Très beau volume grand in-8 jésus de 360 pages, sur fort papier vélin, avec 160 dessins au lavis, 10 croquis photographiques et portrait. Br. sous couvert. illustr. **10 fr.**
Reliure riche gaufrée en 9 coul., tête dorée. **12 fr. 50**
— *Le même ouvrage*, 5e édition, in-12, avec portrait et 10 cartes, broché. . . . . **3 fr. 50**

LA VIE MILITAIRE AU TONKIN, par le capitaine LECOMTE, breveté d'état-major, attaché à l'état-major du corps expéditionnaire. Illustrations par M. DAUPHIN. Très beau volume grand in-8 jésus de 360 pages sur fort papier vélin, avec 70 dessins au lavis et 5 croquis cartographiques. Broché sous couvert. illustr. **10 fr.**
Relié en percaline gaufrée, plaques spéciales, tête dorée. (Couronné par l'Institut.) . . . . . **12 fr. 50**

RAPPORT SUR L'EXPÉDITION DE MADAGASCAR, par le général DUCHESNE, adressé le 25 avril 1896 au Ministre de la guerre, suivi de tous les documents militaires (ordres, instructions, notes ministérielles, états d'effectifs, etc.), diplomatiques et parlementaires relatifs à l'expédition de 1895, avec 16 cartes, croquis ou itinéraires, en noir et en couleurs, dressés d'après les travaux du service géographique du corps expéditionnaire. 1897. Un volume in-8 de 487 pages, broché, et un atlas . . . . . **12 fr.**

SILHOUETTES TONKINOISES, par Louis PEYTRAL. 1897. Vol. in-12, illustré par GAYAC, broché sous couverture illustrée . . . . . **3 fr. 50**

MES CAMPAGNES, par une femme (C. VRAY). AUTOUR DE MADAGASCAR. 1897. Un volume in-12, broché sous couverture illustrée en couleurs . . . **3 fr. 50**

HISTOIRE DE L'ARMÉE COLONIALE, par NED NOLL. 1897. Un volume in-8, avec illustrations de N. NAYEL, broché . . . . . **2 fr. 50**

LEXIQUE GÉOGRAPHIQUE DU MONDE ENTIER, publié, sous la direction de M. E. LEVASSEUR, de l'Institut, par J.-V. BARBIER, avec la collaboration de M. ANTHOINE, chef du service de la carte de France au ministère de l'intérieur.

Tome Ier : Lettres A à E

Un fort volume gr. in-8 de 1,164 pages, broché. **30** *fr.*
Relié en demi-maroquin, plats toile . . . . . **35** *fr.*

Le **Lexique géographique** paraît par fascicules de 4 feuilles grand in-8 (64 pages) d'impression compacte à 3 colonnes, avec cartes et plans dans le texte.

L'ouvrage sera complet en 50 fascicules environ, formant 3 volumes de 1,000 à 2,000 pages chacun ; le Tome Ier se termine dans le 19e fascicule.

Les 19 premiers fascicules sont en vente.

Prix du fascicule : **1** *fr.* **50** *c.*

DICTIONNAIRE MILITAIRE. Encyclopédie des sciences militaires, rédigée par un comité d'officiers de toutes armes.

Tome I : Lettres A-H.

Un fort vol. gr. in-8 de 1,600 pages, broché. **37** *fr.* **50**
Relié en demi-maroquin, plats toile . . . . **42** *fr.* **50**

Le **Dictionnaire militaire** paraît par fascicules de 8 feuilles grand in-8 (128 pages).

L'ouvrage comprendra environ 24 livraisons, et formera deux volumes. Le 1er volume finit dans la 13e livraison. Les 14 premières livraisons sont en vente. — *Prix de la livraison* **3** *fr.*

LA TUNISIE. Publication en 4 beaux volumes in-8.
1re partie : *Histoire et description.* Le sol et le climat. L'homme. Organisation. 2 vol. avec 40 planches, dont 22 en couleurs, brochés . . . . . **10 fr.**
2e partie : *La Tunisie économique.* Agriculture. Industrie. Commerce. Finances. 2 vol. avec 13 planches, dont 3 en couleurs, broché . . . . . **10 fr.**

UN ROI DE POLOGNE ET LA COURONNE DUCALE DE LORRAINE. *Stanislas Leszczynski et le troisième traité de Vienne*, d'après les archives d'État, les papiers du roi de Pologne et autres documents inédits, par Pierre BOYÉ. 1898. Beau volume de 608 pages, broché **12 fr.**

RÉCITS LORRAINS. Histoire des ducs de Lorraine et de Bar, par Ernest MOURIN, recteur honoraire de l'Acad. de Nancy. 1 vol. in-12 de 405 p., br. **3 fr. 50**
Relié en percaline gaufrée, tête dorée. . . . . **5 fr.**

CARLO GOLDONI. *Le Théâtre et la Vie au* XVIIIe *siècle*, par Charles RABANY. Beau volume grand in-8 de 544 pages, avec portrait, broché. . . . . **10 fr.**
(Couronné par l'Académie française.)

KOTZEBUE, SA VIE ET SON TEMPS. SES ŒUVRES LITTÉRAIRES, par Charles RABANY. Beau volume grand in-8 de 544 pages, avec portrait, broché . . . **10 fr.**

LA LORRAINE ILLUSTRÉE, par L. LARCHEY, A. THEURIET, E. AUGUIN, etc. Un magnifique volume grand in-4 de 800 pages, avec 445 gravures et un frontispice en couleurs, impression sur fort papier vélin, br. **50 fr.**
Relié en demi-maroquin, plats percale, richement gaufré or, argent et couleurs, plaques spéciales . **60 fr.**

HISTOIRE LITTÉRAIRE DE L'ALLEMAGNE. Doctrines littéraires et esthétiques. Opitz, Leibnitz, Gottsched, les Suisses, par Em. GRUCKER. Un beau volume de 550 pages, broché . . . . . **7 fr. 50**

LESSING, par Émile GRUCKER, professeur à la Faculté des lettres de Nancy. 1896. Un volume in-8 de 500 pages, broché . . . . . **8 fr.**
(Couronné par l'Académie française.)

Étrennes 1900

BERGER-LEVRAULT & Cie, ÉDITEURS

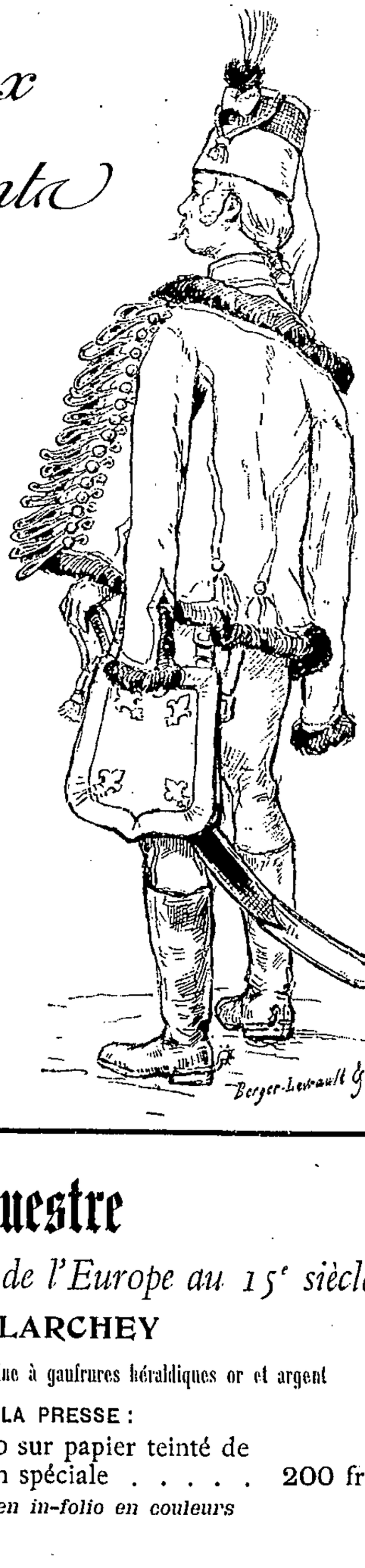
PARIS, 5, rue des Beaux-Arts. — Rue des Glacis, 18, NANCY.

CAPITAINE H. CHOPPIN

Les Hussards

Les Vieux Régiments

1692-1792



ILLUSTRATIONS DE M. DE FONRÉMIS

CAPITAINE TERRITORIAL DE CAVALERIE LÉGÈRE

Magnifique volume in-4 de 432 pages, avec 12 planches d'uniformes coloriées au patron, 1 planche d'étendards en chromo, 16 illustrations en couleurs et nombreuses illustrations en noir dans le texte.

Prix, broché sous couverture illustrée. **50** fr.

Relié en toile gaufrée, plaques spéciales, or, argent et couleurs, tête dorée. . **55** fr.

Ancien Armorial Equestre

Reproduisant en couleurs les costumes héraldiques de l'Europe au 15e siècle

Fac-similé publié par LORÉDAN-LARCHEY

Superbe volume grand in-folio, avec 114 planches en couleurs, cartonnage en percaline à gaufrures héraldiques or et argent

TIRAGE A 500 EXEMPLAIRES NUMÉROTÉS A LA PRESSE :

Nos 1 à 5 sur papier du Japon. . . 450 fr.
Nos 6 à 10 sur papier Whatman . . 400 fr.
Nos 11 à 500 sur papier teinté de fabrication spéciale . . . . . 200 fr.

Envoi, sur demande, du prospectus avec planche spécimen in-folio en couleurs

927h-12
S 43X19
DÉPOT LÉGAL
MEURTHE-&-MOSELLE
Nº 159

13e ANNÉE. — Juillet 1899.
REVUE DU GÉNIE MILITAIRE. — Juillet 1899.

REVUE DU GÉNIE MILITAIRE

Paraissant le 25 de chaque mois

TREIZIÈME ANNÉE

TOME XVIII — 1re LIVRAISON

Juillet 1899

RÉDACTION :

PARIS, RUE SAINT-DOMINIQUE, 8

ADMINISTRATION :

BERGER-LEVRAULT & Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS

RUE DES BEAUX-ARTS, 5

NANCY

RUE DES GLACIS, 18

1899

Tous droits réservés

La REVUE laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs opinions.

SOMMAIRE DE LA LIVRAISON DE JUILLET 1899.

Pages.

La Géographie militaire et les nouvelles méthodes géographiques, par le chef de bataillon du génie BARRÉ (*suite*) [14 fig., pl. I et II) 5

Théorie et applications des courants alternatifs, par le chef de bataillon du génie J. BOULANGER (*suite*) [4 fig.] 51

Fortifications, etc. — Armée et forteresses 71

Forts autour de Metz 74

Organisation, etc. — Sur la séparation des carrières dans l'arme du génie 76

Sciences mathématiques, etc. — D'OCAGNE. *Traité de nomographie. Théorie des abaques. Applications pratiques* 81

Divers. — DE LA LLAVE Y GARCIA. *Lecciones de artilleria* 85

TREILLE. *Hygiène coloniale* 86

Documents officiels et administratifs d'avril à juillet 1899 . . 89

Promotions, mutations et radiations (10 juin au 13 juillet 1899). 93

Tableaux d'avancement pour 1899 (*suite*) 96

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION A LA REVUE DU GÉNIE

A partir du 1er janvier 1895.

Chaque livraison mensuelle contient en moyenne 6 feuilles (96 pages) d'impression, avec figures dans le texte et planches.

PRIX PAR AN : En France et en Algérie, **25** fr. (un numéro isolé : **2** fr. **50** c.). Union postale : **27** fr.

MM. les officiers français et assimilés des armées de terre et de mer (armée active, réserve et armée territoriale) sont admis à s'abonner au prix réduit de **15** fr. par an (prix du numéro isolé : **1** fr. **50** c.).

Pour les colonies et l'étranger, le port (**2** fr.) en sus.

Aussitôt que la dernière des 12 livraisons aura paru, le prix de l'année sera porté à **25** fr., sans réduction.

ON S'ABONNE à la librairie militaire Berger-Levrault et Cie, **à Paris**, rue des Beaux-Arts, 5, et **à Nancy**, ainsi que dans les bureaux de poste et chez les principaux libraires à l'étranger.

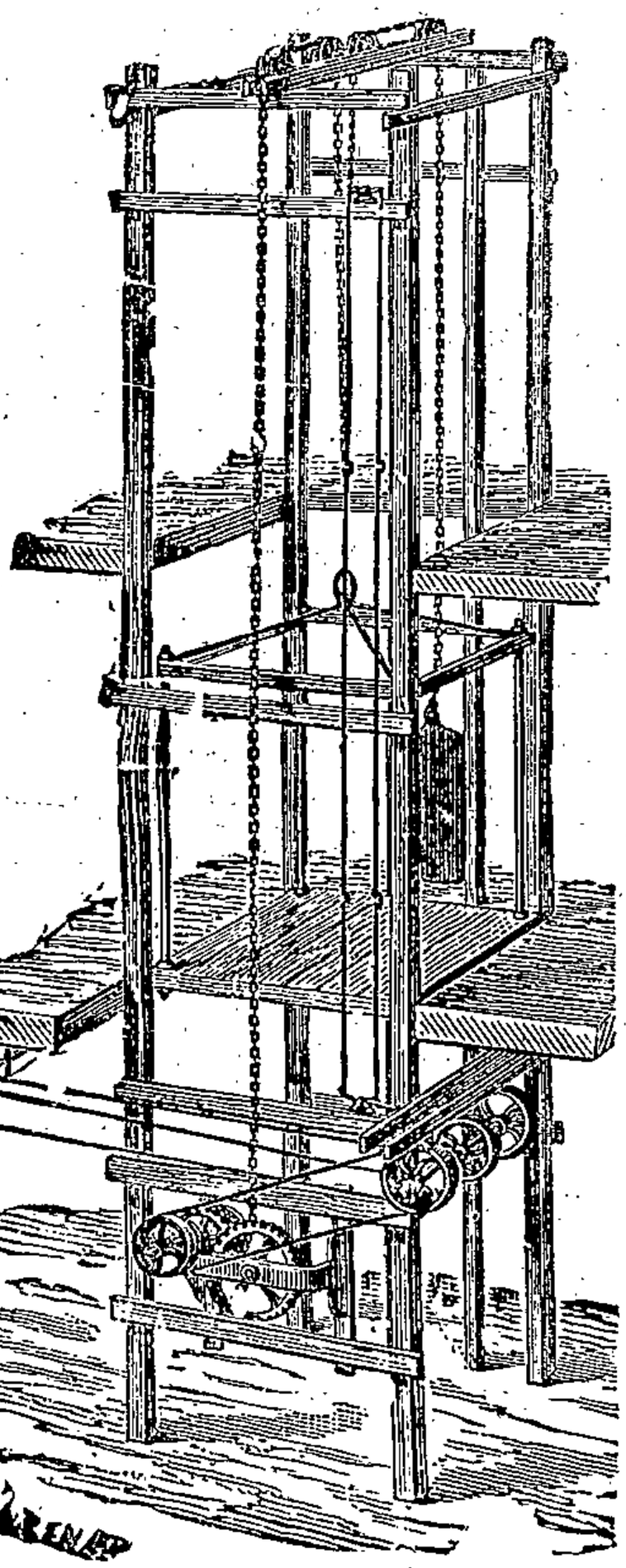
S'adresser pour tout ce qui concerne la Rédaction au CHEF DE BATAILLON, CHEF DU SERVICE DE LA REVUE DU GÉNIE MILITAIRE, 8, rue Saint-Dominique, à Paris.

SAUTTER, HARLÉ ET Cie

Succrs de SAUTTER, LEMONNIER & Cie

26, Avenue de Suffren, Paris

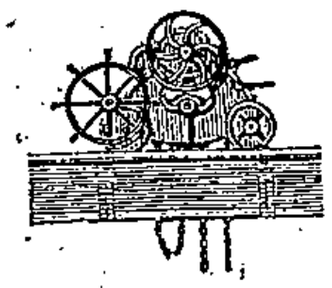
Exposition universelle. Paris, 1889. — Hors concours. — Membre du Jury



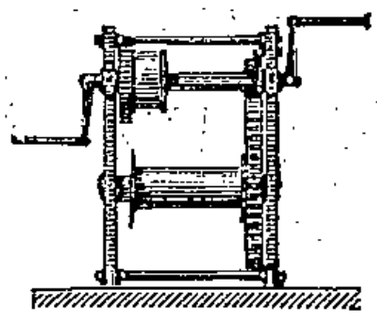
MONTE-CHARGES SPÉCIAUX

pour munitions de guerre

TREUILS — GRUES



Ponts roulants



Treuils à bras et à vapeur

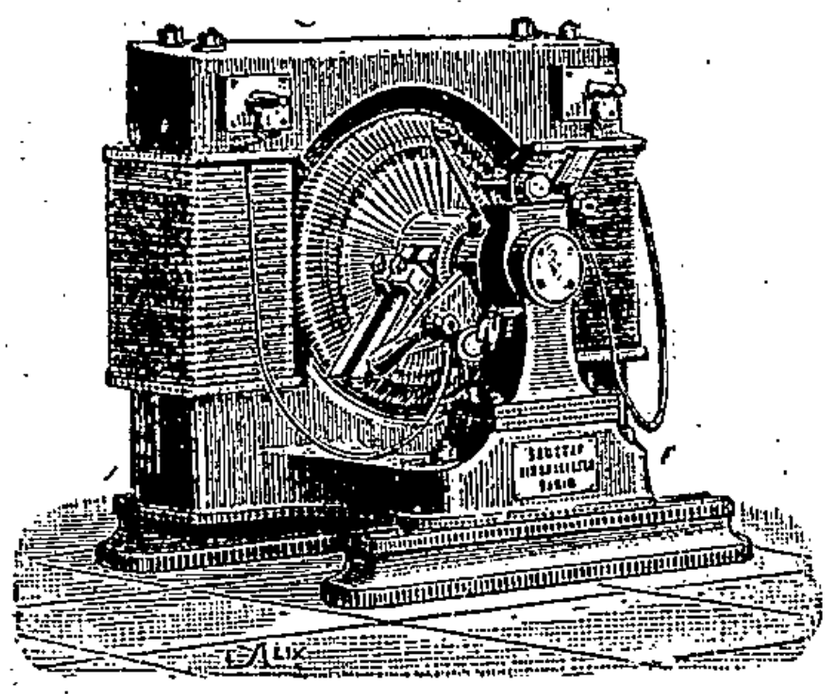
APPAREILS DE LEVAGE SPÉCIAUX

POUR ÉTABLISSEMENT DE

VOIES MILITAIRES

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

Arc. — Incandescence



ATELIERS

Éclairages provisoires ou définitifs

CHANTIERS

de Terrassements et de Constructions

Envoi sur demande de projets et devis

MOTEURS A VAPEUR

spéciaux pour la commande des dynamos

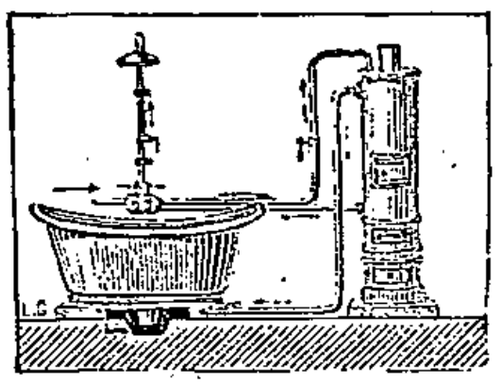
Fournisseurs des Ministères de la Guerre et de la Marine

BAINS-BUANDERIES

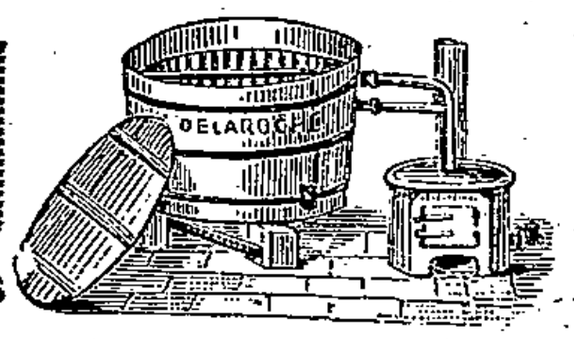
Baignoires — Chauffe-Bains
Spécialité de Chauffe-Bains parisiens
Douches de tous systèmes

Appareils de Lessivage
Système Decoudun Bozérian
Laveuses, Essoreuses, Repasseuses, Séchoirs

CUISINES A FEU ET A VAPEUR



Envoi franco
DE CATALOGUES

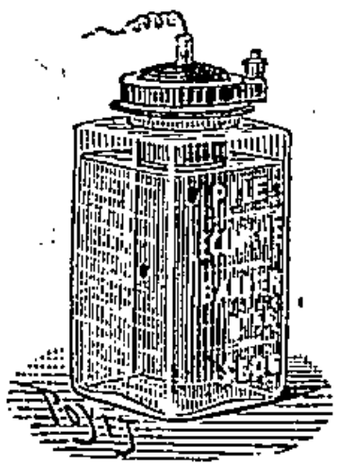


CHAUFFAGES DE TOUTES ESPÈCES
Air — Eau — Vapeur

DELAROCHE AINÉ, 22, Rue Bertrand, PARIS

EXPOSITION UNIVERSELLE — PARIS 1889 — MÉDAILLE D'OR

LA PLUS HAUTE RÉCOMPENSE ET L'UNIQUE MÉDAILLE D'OR ACCORDÉE AUX PILES ÉLECTRIQUES
Hors concours 1893-1894, Exposition de Chicago, Exposition de Bucharest.
Diplôme d'honneur. Amsterdam 1895.
EXPOSITION DE BRUXELLES 1897, CROIX DE LA LÉGION D'HONNEUR



PILES LECLANCHÉ
à vases poreux et à plaques agglomérées brevetées S. G. D. G.
Élément système LECLANCHÉ-BARBIER breveté s. g. d. g. à aggloméré cylindrique
MODÈLE A LIQUIDE — MODÈLE SEC
NOUVEAU SEL EXCITATEUR SPÉCIAL breveté s. g. d. g., évitant les cristaux
Seuls concessionnaires des procédés Raoul GUÉRIN brevetés S. G. D. G.
POUR L'IMMOBILISATION DU LIQUIDE DES PILES PAR L'AGAR-AGAR
Ancienne maison E. BARBIER, LECLANCHÉ ✻ et Cie
FOURNISSEURS DES MINISTÈRES DE LA GUERRE ET DE LA MARINE
158, rue Cardinet, PARIS
Remise 25 o/o sur nos piles et 10 o/o sur sonneries, téléphones et accessoires à MM. les Officiers
(*sauf sur devis et prix nets*).

MANUFACTURE DE
CABLES ÉLECTRIQUES
R. ALLIOT
25bis, Rue Saint-Ambroise
PARIS

BERGER-LEVRAULT ET Cie, ÉDITEURS
PARIS, 5, RUE DES BEAUX-ARTS. — 18, RUE DES GLACIS, NANCY

LES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES
DU CROISEUR « D'ENTRECASTEAUX »
Par VICTOR COLIN
LIEUTENANT DE VAISSEAU

Un volume in-8, avec 36 planches schématiques hors texte. Prix, broché. 4 fr.

BERGER-LEVRAULT ET Cie, ÉDITEURS

PARIS, 5, RUE DES BEAUX-ARTS. — 18, RUE DES GLACIS, NANCY

DICTIONNAIRE DES DOMAINES

PAR

ÉDOUARD MAGUÉRO

DOCTEUR EN DROIT

SOUS-CHEF A LA DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ENREGISTREMENT ET DES DOMAINES

Avec la collaboration de MM.

GUILBERT, JUGE et OLIVE

RÉDACTEURS A LA DIRECTION GÉNÉRALE

Un fort volume in-4. — Prix. { Broché . . . . . 25 fr. / Relié en demi-maroquin, pleine toile . . 30 fr.

DICTIONNAIRE FINANCIER

INTERNATIONAL

THÉORIQUE ET PRATIQUE

Par M. & A. MÉLIOT

Bourses, Banques, Changes, Monnaies, Arbitrages, Sociétés et Compagnies, Législations et Jurisprudences, Règlements, Usages et Formalités, Taxes, Impôts et Droits, Exploitations minières. — *Guide financier pour tous les pays.* Un beau vol. in-8 de 922 pages, élégamment relié en percal. gaufrée. **15** fr.

LES ACCIDENTS DU TRAVAIL

COMMENTAIRE DE LA LOI DU 9 AVRIL 1898

ET DES RÈGLEMENTS D'ADMINISTRATION PUBLIQUE RELATIFS A SON EXÉCUTION

Suivi d'une Étude comparative de la Législation étrangère

Par Édouard SERRE

CONSEILLER A LA COUR DE CASSATION

COMMANDEUR DE LA LÉGION D'HONNEUR

Un beau volume in-8. Prix : broché, **6** fr. ; relié en percaline, **7** fr. **50** c.

CONSTRUCTION DE FOURS

Maisons LAMOUREUX et MAIRETET réunies.

RÉCOMPENSES OBTENUES DEPUIS 1885

2 Diplômes d'honneur,
3 Médailles d'or, 3 Médailles d'argent.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

Une Médaille d'or
et une Médaille d'argent.

FOURS A CHAUFFAGE MIXTE AU BOIS OU AU CHARBON

APPAREILS SPÉCIAUX TELS QUE

Bouches, Houras, Soupapes, Armatures, Cylindres à eau chaude, Produits réfractaires, aux prix portés au *Bordereau annexé au marché passé avec le Service du Génie de Paris pour les fours, approuvé par décision ministérielle du 8 février 1894.*

Les appareils et matériaux de fours sont expédiés **en Algérie, en Tunisie et dans toutes les colonies,** avec des instructions pour en permettre le montage par le premier ouvrier venu.

FOURS SPÉCIAUX

POUR LES

MANUTENTIONS MILITAIRES

1° FOUR à chauffage mixte 1894, SIMPLIFIÉ, n'ayant au-dessous de la sole *ni appareil de chauffage, ni chambre de chaleur :* il est à *FOYER CENTRAL.*

2° FOUR à chauffage mixte TYPE 1898, *sans appareil de chauffage, ni chambre de chaleur au-dessous de la sole :* il est à *FOYER LATÉRAL.*

Ces deux FOURS recommandés particulièrement pour les transformations d'anciens fours LESPINASSE existant dans les Manutentions.

Leur emploi est aussi avantageux en temps de paix qu'en cas de mobilisation. Leur prix est inférieur à celui du Four type 1894.

3° FOURS au bois pour Manutentions où la houille ne doit pas être employée.

ANATOLE BERL

CONSTRUCTEUR

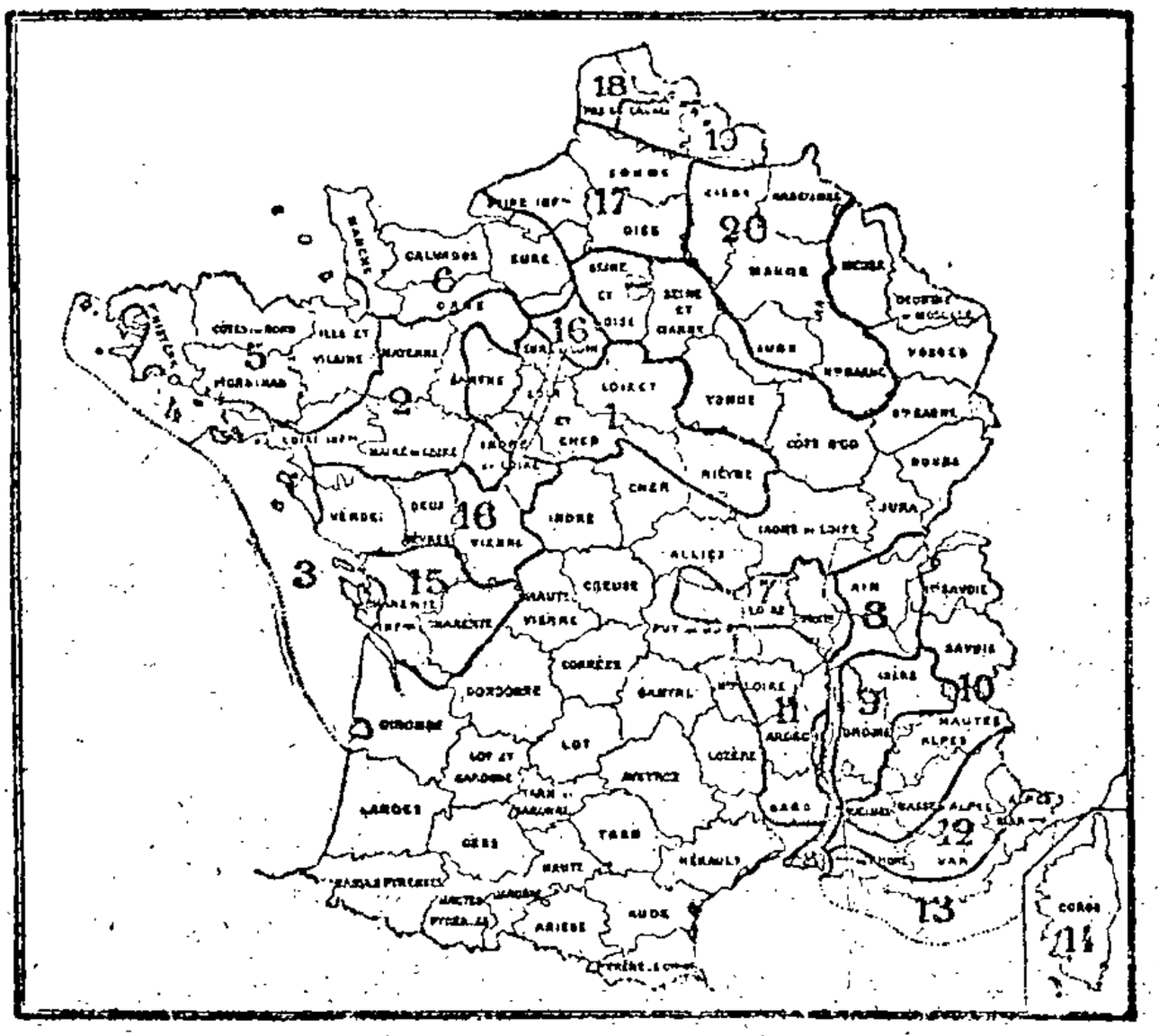
ENTREPRENEUR DE L'ÉTAT ET DE L'ASSISTANCE PUBLIQUE

9, Quai d'Anjou, 9, à PARIS

ARDOUIN-DUMAZET

VOYAGE EN FRANCE

COURONNÉ
PAR L'ACADÉMIE FRANÇAISE
LA
SOCIÉTÉ DES GENS DE LETTRES
ET LA
SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE
DE PARIS



Carte indiquant les régions décrites dans les 20 volumes parus.

VOLUMES PARUS

1. *Le Morvan*, le Val de Loire et le Perche. — 2e édition, avec 19 cartes.
2. *Anjou*, Bas-Maine, Nantes, Basse-Loire, Alpes mancelles, Suisse normande.
3. *Les Iles de l'Atlantique :* I. D'Arcachon à Belle-Isle. — Avec 19 cartes.
4. *Les Iles de l'Atlantique :* II. D'Hoëdic à Ouessant. — Avec 25 cartes.
5. *Les Iles françaises de la Manche* et *Bretagne péninsulaire*. — Avec 26 cartes.
6. *Cotentin*, Basse-Normandie, Pays d'Auge, Haute-Normandie, Pays de Caux. — Avec 29 cartes ou croquis.
7. *La Région lyonnaise :* Lyon, Monts du Lyonnais et du Forez. — Avec 19 cartes.
8. *Le Rhône* du Léman à la mer : Dombes, Valromey et Bugey, Bas-Dauphiné, Savoie rhodanienne, La Camargue. — Avec 22 cartes ou croquis.
9. *Bas-Dauphiné :* Viennois, Graisivaudan, Oisans, Diois et Valentinois. — Avec 23 cartes ou croquis.
10. *Les Alpes* du Léman à la Durance. Nos Chasseurs alpins. — Avec 25 cartes.
11. *Forez*, Vivarais, Tricastin et Comtat-Venaissin. — Avec 25 cartes.
12. *Les Alpes de Provence* et les *Alpes maritimes*. — Avec 31 cartes.
13. *La Provence maritime*, Marseille, le littoral, Iles d'Hyères, Maures, Estérel, Nice. — 2e édition, avec 28 cartes.
14. *La Corse :* Balagne, Nebbio, Cinarca, Niolo, Casinca, Castagniccia, Cap Corse, Bouches de Bonifacio. — Avec 27 cartes, 10 vues et 1 planche hors texte.
15. *Les Charentes et la Plaine Poitevine :* Angoumois, Confolentais, Champagne de Cognac, Saintonge, Aunis, Plaine poitevine. — Avec 26 cartes.
16. *De Vendée en Beauce :* Haut-Poitou, Mirebalais, Bocage, Marais, Vendée, Gâtine, Tours, Beauce. — Avec 30 cartes.
17. *Littoral du pays de Caux. Vexin. Basse-Picardie :* Dieppe, l'Aliermont, Pays de Bray, Vexin, Pays de Thelle, Santerre, Vermandois, Vallée de la Somme, Vimeu, Ponthieu. — Avec 28 cartes.
18. *Région du Nord :* I. Flandre et littoral du Nord : Flandre française, Flandre Flamingante, Flandre maritime, Pays reconquis, Boulonnais, Ternois. — Avec 30 cartes.
19. *Région du Nord :* II. Artois, Cambrésis et Hainaut : Vermandois, Ponthieu, Artois, Alleu, Weppes, Carembault, Escrebieux, Cambrésis, Ostrevent, Hainaut. — Avec 28 cartes.
20. *Haute-Picardie, Champagne rémoise et Ardennes*. Noyonnais, Soissonnais, Laonnais, Thiérache, Rethelois, Porcien. — Avec 21 cartes.

Chaque volume in-12, d'environ 350 pages, avec cartes, broché . 3 fr. 50 c.
— Élégamment cartonné en toile souple, tête rouge . . . . 4 fr.

Envoi sur demande du prospectus détaillé (brochure de 12 pages) des volumes parus ou à paraître.

LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRAULT ET Cie.

Vient de paraître

MANUEL
DE
L'ORGANISATION DE L'ARMÉE
ET DU FONCTIONNEMENT DES SERVICES MILITAIRES

A L'USAGE DES ÉTATS-MAJORS, CHEFS DE CORPS ET OFFICIERS DE TOUTES ARMES

Par C. LASSALLE

ARCHIVISTE D'ÉTAT-MAJOR DE 1re CLASSE AU MINISTÈRE DE LA GUERRE

Deuxième édition, entièrement revue et considérablement augmentée.

Un beau volume in-8 de 1651 pages. — Prix, broché . . . . . **15** fr.
Relié en percaline. . . **16** fr. **50** c. — En demi-maroquin. . . **17** fr. **50** c.

Aide-mémoire de l'Officier d'état-major en campagne (seule édition officielle), publié par le ministère de la guerre (État-major de l'armée). 4e édition. 1895. Volume format de poche, cartonné percaline souple, tranches rouges, avec élastique. . . . **4** fr.

En route — Aux Manœuvres. — Guide administratif à l'usage de MM. les officiers, les sous-officiers et les chefs de détachement, par M. André, lieutenant adjoint au trésorier du 12e hussards. 1896. Carnet in-12 de 87 pages de texte, 40 pages de papier quadrillé et une planche de fanions en couleurs, cartonné en percaline souple, avec crayon. . . **2** fr.

Manuel sur le Service en campagne de l'infanterie. Décret du 28 mai 1895 et Instruction pratique du 24 décembre 1896, *fondus ensemble*. 3e édition. 1899. Élégant volume in-18, relié en percaline souple gaufrée or . . . . . **2** fr.

Une Méthode d'enseignement du service en campagne, par Ubiez et P. A. G. 3e édition. 1898. In-18 . . . . . **40** c.

Service d'exploration. Étude raisonnée de l'Instruction pratique provisoire du 24 décembre 1896 sur le service de la cavalerie en campagne, par le commandant Picard, du 6e cuirassiers. 1899. Grand in-8 de 100 pages, broché . . . . . **2** fr.

Les Passages de rivières par la Cavalerie, par D. Géraud, capitaine commandant au 2e dragons. Grand in-8, avec 8 figures . . . . . **2** fr. **50** c.

Aux Manœuvres et à la Guerre. Propos en l'air sur la tactique de combat de la cavalerie. 1899. Brochure grand in-8. . . . . **2** fr.

Nos Grandes Manœuvres. *Destructions nécessaires*. Un volume grand in-8, br. **3** fr.

Loi des Réquisitions militaires. Texte modifié de la loi du 3 juillet 1877 et des décrets du 2 août 1877 et du 9 avril 1878. Décrets relatifs au *ravitaillement* de la population civile des places fortes et aux *pigeons voyageurs*, par E. Lassalle, archiviste de 1re classe au Ministère de la guerre. Brochure in-8 de 80 pages. . . . . **1** fr. **25** c.

Les Réquisitions militaires. Commentaire de la loi du 3 juillet 1877 et du règlement d'administration publique du 2 août 1877, par Henri Morgand, docteur en droit, chef de bureau au ministère de l'intérieur. 3e édition, augmentée et mise à jour au 1er janvier 1896. Un volume in-8 de 648 pages, broché. . . **10** fr. — Relié en percaline. . . . **12** fr.

Instruction pratique provisoire du 24 décembre 1896 sur le **Service de l'Infanterie en campagne.** Vol. in-18, cartonné. **50** c. — Relié en percal. souple gaufrée or. **75** c.

Instruction pratique provisoire du 24 décembre 1896 sur le **Service de la Cavalerie en campagne.** Vol. in-18, cartonné. **75** c. — Relié en percal. souple gaufrée or. **1** fr.

Instruction pratique provisoire du 24 décembre 1896 sur le **Service de l'Artillerie en campagne.** Volume in-8 oblong, avec une planche en couleurs : fanions et lanternes. Cartonné souple. . **75** c. — Relié en percaline souple gaufrée or . . . . . **1** fr.

Instruction provisoire du 24 décembre 1896 sur les **Exercices d'application du service de l'Artillerie en campagne.** In-8 oblong, broché fort . . . . . **30** c.

Nancy, impr. Berger-Levrault et Cie.

302/19
DÉPOT LÉGAL
SEINE
N° 189

13e ANNÉE. — AOUT 1899. REVUE DU GÉNIE MILITAIRE.

REVUE
DU GÉNIE
MILITAIRE

Paraissant le 25 de chaque mois

TREIZIÈME ANNÉE

TOME XVIII — 2e LIVRAISON

Août 1899

RÉDACTION :

PARIS, RUE SAINT-DOMINIQUE, 8

ADMINISTRATION :

BERGER-LEVRAULT & Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS

RUE DES BEAUX-ARTS, 5

NANCY

RUE DES GLACIS, 18

1899

Tous droits réservés

La REVUE laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs opinions.

SOMMAIRE DE LA LIVRAISON D'AOUT 1899.

Pages.

La Géographie militaire et les nouvelles méthodes géographiques, par le chef de bataillon du génie BARRÉ (*suite et fin*) [6 fig., pl. III). 97

Les constructions en béton armé, par le capitaine du génie BOITEL (11 fig.). 127

Construction, etc. — Périodiques et livres. 167

Communications, etc. — Sur la résistance à la traction des bateaux de rivière (5 fig.). 169

Emploi de la bicyclette sur les voies ferrées 178

Périodique 178

Sciences mathématiques, etc. — Noria Lemaire 179

Périodique et livre 179

Sciences physiques, etc. — Périodiques et livres 180

Divers. — Livres. — Henry DUHAMEL. *Au pays des Alpins*. . . 182

Documents officiels et administratifs de juillet à août 1899. . 184

Promotions, mutations et radiations (16 juillet au 15 août 1899). 189

Tableaux de concours pour la Légion d'honneur pour 1899 (*suite*) 192

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION A LA REVUE DU GENIE

A partir du 1er janvier 1895.

Chaque livraison mensuelle contient en moyenne 6 feuilles (96 pages) d'impression, avec figures dans le texte et planches.

PRIX PAR AN : En France et en Algérie, **25** fr. (un numéro isolé : **2** fr. **50** c.). Union postale : **27** fr.

MM. les officiers français et assimilés des armées de terre et de mer (armée active, réserve et armée territoriale) sont admis à s'abonner au prix réduit de **15** fr. par an (prix du numéro isolé : **1** fr. **50** c.).

Pour les colonies et l'étranger, le port (**2** fr.) en sus.

Aussitôt que la dernière des 12 livraisons aura paru, le prix de l'année sera porté à **25** fr., sans réduction.

ON S'ABONNE à la librairie militaire Berger-Levrault et Cie, **à Paris**, rue des Beaux-Arts, 5, et **à Nancy**, ainsi que dans les bureaux de poste et chez les principaux libraires à l'étranger.

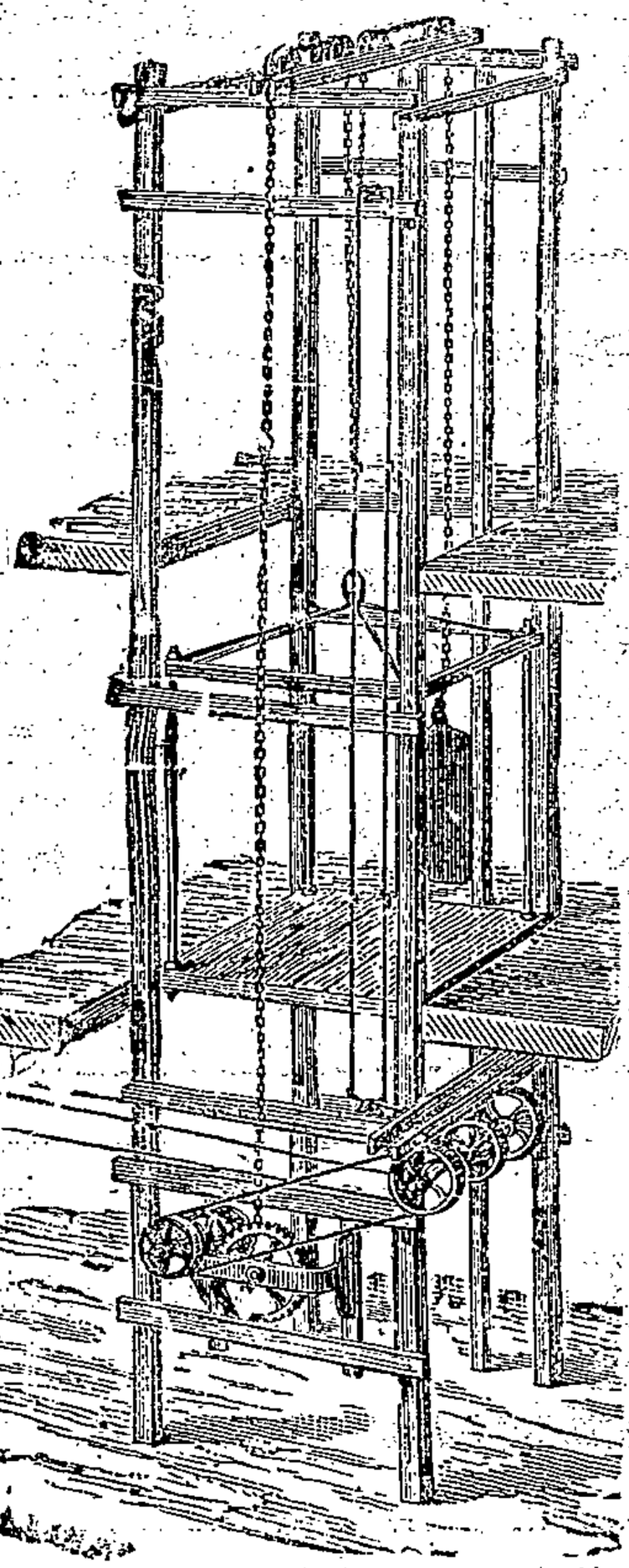
S'adresser pour tout ce qui concerne la Rédaction au CHEF DE BATAILLON, CHEF DU SERVICE DE LA REVUE DU GÉNIE MILITAIRE, 8, rue Saint-Dominique, à Paris.

SAUTTER, HARLÉ ET Cie

Succrs de SAUTTER, LEMONNIER & Cie

26, Avenue de Suffren, Paris

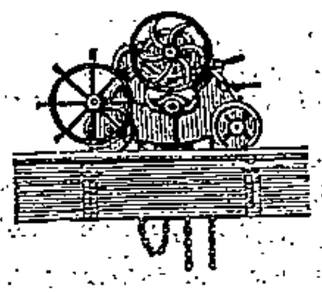
Exposition universelle. Paris, 1889. — Hors concours. — Membre du Jury



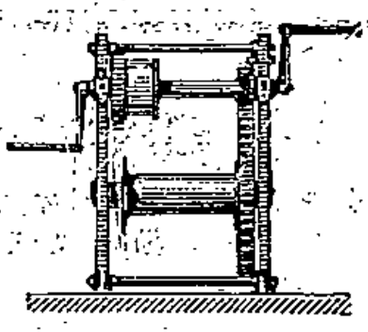
MONTE-CHARGES SPÉCIAUX

pour munitions de guerre

TREUILS — GRUES



Ponts roulants



Treuils à bras et à vapeur

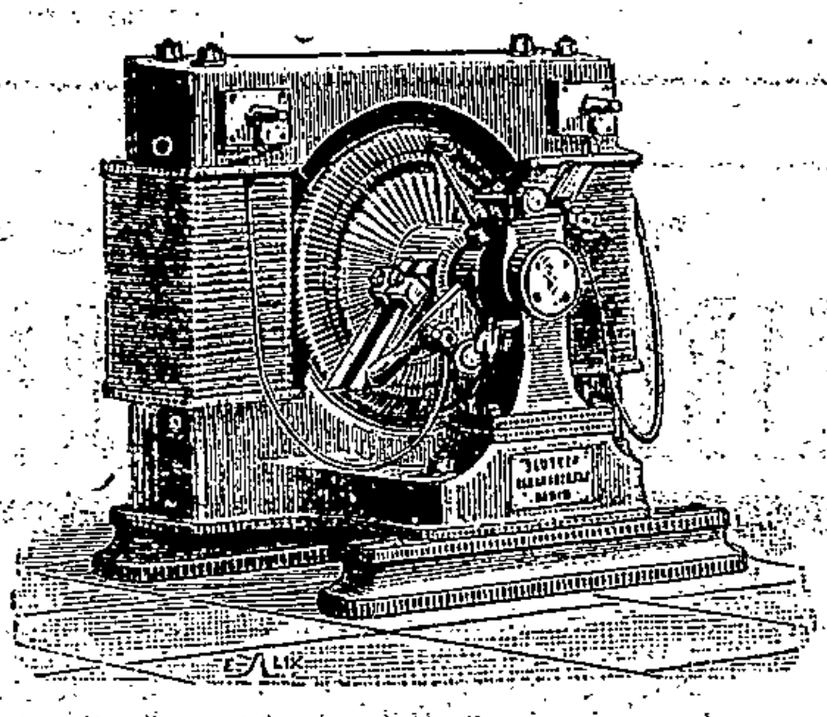
APPAREILS DE LEVAGE SPÉCIAUX

POUR ÉTABLISSEMENT DE

VOIES MILITAIRES

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

Arc. — Incandescence



ATELIERS

Éclairages provisoires ou définitifs

CHANTIERS

de Terrassements et de Constructions

Envoi sur demande de projets et devis

MOTEURS A VAPEUR

spéciaux pour la commande des dynamos

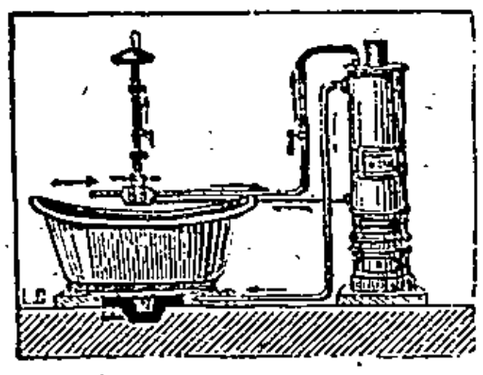
Fournisseurs des Ministères de la Guerre et de la Marine

BAINS-BUANDERIES

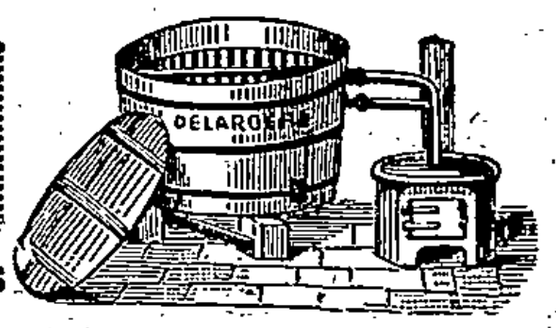
Baignoires — Chauffe-Bains.
Spécialité de Chauffe-Bains parisiens
Douches de tous systèmes.

Appareils de Lessivage
Système Decoudun Bozérian
Laveuses, Essoreuses, Repasseuses, Séchoirs

CUISINES A FEU ET A VAPEUR



Envoi franco
DE CATALOGUES



CHAUFFAGES DE TOUTES ESPÈCES
Air — Eau — Vapeur

DELAROCHE AINÉ, 22, Rue Bertrand, PARIS

EXPOSITION UNIVERSELLE — PARIS 1889 — MÉDAILLE D'OR

LA PLUS HAUTE RÉCOMPENSE ET L'UNIQUE MÉDAILLE D'OR ACCORDÉE AUX PILES ÉLECTRIQUES
Hors concours 1893-1894, Exposition de Chicago, Exposition de Bucharest.
Diplôme d'honneur. Amsterdam 1895.
EXPOSITION DE BRUXELLES 1897, CROIX DE LA LÉGION D'HONNEUR

PILES LECLANCHÉ
à vases poreux et à plaques agglomérées brevetées S. G. D. G.
Élément système LECLANCHÉ-BARBIER breveté s. g. d. g. à aggloméré cylindrique
MODÈLE A LIQUIDE — MODÈLE SEC
NOUVEAU SEL EXCITATEUR SPÉCIAL breveté s. g. d. g., évitant les cristaux
Seuls concessionnaires des procédés **Raoul GUERIN** brevetés S. G. D. G.
POUR L'IMMOBILISATION DU LIQUIDE DES PILES PAR L'AGAR-AGAR
Ancienne maison E. BARBIER, LECLANCHÉ ✻ et Cie
FOURNISSEURS DES MINISTÈRES DE LA GUERRE ET DE LA MARINE
158, rue Cardinet, PARIS
Remise 25 o/o sur nos piles et 10 o/o sur sonneries, téléphones et accessoires à MM. les Officiers
(*sauf sur devis et prix nets*).

MANUFACTURE DE
CABLES ÉLECTRIQUES
R. ALLIOT
25bis, Rue Saint-Ambroise
PARIS

BERGER-LEVRAULT ET Cie, ÉDITEURS
PARIS, 5, RUE DES BEAUX-ARTS. — 18, RUE DES GLACIS, NANCY

LES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES
DU CROISEUR « D'ENTRECASTEAUX »
Par VICTOR COLIN
LIEUTENANT DE VAISSEAU

Un volume in-8, avec 36 planches schématiques hors texte. Prix, broché. **4 fr.**

Maison BELLIENI

NANCY — 17, place Carnot, 17 — NANCY

Fournisseur des Écoles militaires de l'Artillerie et du Génie et du Ministère de la guerre

MÉDAILLE D'OR { Exposition universelle **PARIS 1889**
— — **ANVERS 1894**

FABRIQUE D'INSTRUMENTS DE PRÉCISION

DE TOPOGRAPHIE, D'ARPENTAGE ET DE MATHÉMATIQUES

d'après les modèles adoptés par l'École d'application de l'Artillerie et du Génie

Spécialité de Boussoles nivelantes du Génie. — Niveau à bulle indépendante de l'École d'application. — Niveau d'Egault. — Alidade nivelatrice du colonel Goulier. — Niveau à collimateur du colonel Goulier. — Niveau-lyre pour les études de route. — Planchette à calotte sphérique du Génie. — Alidade à lunette, etc., et en général tous les instruments de reconnaissance militaire.

PHOTOGRAPHIE

JUMELLES BELLIENI

Prix-courant sur demande

BERGER-LEVRAULT ET Cie, ÉDITEURS

PARIS, 5, RUE DES BEAUX-ARTS. — 18, RUE DES GLACIS, NANCY

DICTIONNAIRE MILITAIRE

ENCYCLOPÉDIE DES SCIENCES MILITAIRES

RÉDIGÉE PAR UN COMITÉ D'OFFICIERS DE TOUTES ARMES

14e livraison : INTENDANCE — MAGASINS

Le **Dictionnaire militaire** formera deux gros volumes grand in-8 jésus à deux colonnes, d'environ 100 feuilles (1600 pages) chacun. — L'ouvrage complet comprendra environ 24 livraisons de 8 feuilles (128 pages). Le tome Ier (broché, **37** fr. **50** c.; relié **42** fr. **50** c.) se termine dans la 13e livraison.

Prix de la livraison : 3 fr.

NOS DÉPUTÉS

581 Biographies avec portraits.

Volume in-32 . . . . . **1** fr. **50** c.

NOS SÉNATEURS

300 Biographies avec portraits.

Volume in-32 . . . . . **1** fr. **50** c.

CONSTRUCTION DE FOURS

Maisons LAMOUREUX et MAIRETET réunies.

RÉCOMPENSES OBTENUES DEPUIS 1885

2 Diplômes d'honneur,
3 Médailles d'or, 3 Médailles d'argent.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

Une Médaille d'or
et une Médaille d'argent.

FOURS A CHAUFFAGE MIXTE AU BOIS OU AU CHARBON

APPAREILS SPÉCIAUX TELS QUE

Bouches, Houras, Soupapes, Armatures, Cylindres à eau chaude, Produits réfractaires, aux prix portés au *Bordereau annexé au marché passé avec le Service du Génie de Paris pour les fours, approuvé par décision ministérielle du 8 février 1894.*

Les appareils et matériaux de fours sont expédiés **en Algérie, en Tunisie et dans toutes les colonies,** avec des instructions pour en permettre le montage par le premier ouvrier venu.

FOURS SPÉCIAUX

POUR LES

MANUTENTIONS MILITAIRES

1° **FOUR à chauffage mixte 1894, SIMPLIFIÉ, n'ayant au-dessous de la sole *ni appareil de chauffage, ni chambre de chaleur :* il est à *FOYER CENTRAL.***

2° **FOUR à chauffage mixte TYPE 1898, *sans appareil de chauffage ni chambre de chaleur au-dessous de la sole :* il est à *FOYER LATÉRAL.***

Ces deux FOURS recommandés particulièrement pour les transformations d'anciens fours LESPINASSE existant dans les Manutentions.

Leur emploi est aussi avantageux en temps de paix qu'en cas de mobilisation. Leur prix est inférieur à celui du Four type 1894.

3° **FOURS au bois pour Manutentions où la houille ne doit pas être employée.**

ANATOLE BERL

CONSTRUCTEUR

ENTREPRENEUR DE L'ÉTAT ET DE L'ASSISTANCE PUBLIQUE

9, Quai d'Anjou, 9, à PARIS

LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRAULT ET Cie

GÉNÉRAL FAY

ANCIEN COMMANDANT DU 11e CORPS D'ARMÉE

ÉTUDE DE MARCHES

IÉNA-SEDAN

I. — Marches de la Grande-Armée en 1806 (jusqu'à Berlin).

II. — Marches des armées allemandes en 1870 (du 31 juillet au 1er septembre).

Album-portefeuille gr. in-4, comprenant 56 pages de texte, 36 pages de tableaux et 2 superbes cartes des marches en 5 couleurs, grand in-folio. — Prix. **10** fr.

J. LEGRAND

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE, OFFICIER DE MARINE DÉMISSIONNAIRE

La Leçon de Fashoda

Un volume in-12 de 368 pages, broché. — Prix . . . . . 3 fr. **50** c.

ARDOUIN-DUMAZET

Haute-Picardie Champagne rémoise et Ardennes

NOYONNAIS — SOISSONNAIS — LAONNAIS
THIÉRACHE — RETHELOIS — PORCIEN

(20e Série du VOYAGE EN FRANCE)

Un volume in-12, avec 21 cartes ou croquis . . . . . 3 fr. **50** c.
Élégamment relié en percaline souple gaufrée or, tête rouge . . . 4 fr.

LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRAULT ET Cie.

Vient de paraître

MANUEL DE L'ORGANISATION DE L'ARMÉE

ET DU FONCTIONNEMENT DES SERVICES MILITAIRES

A L'USAGE DES ÉTATS-MAJORS, CHEFS DE CORPS ET OFFICIERS DE TOUTES ARMES

Par C. LASSALLE

ARCHIVISTE D'ÉTAT-MAJOR DE 1re CLASSE AU MINISTÈRE DE LA GUERRE

Deuxième édition, entièrement revue et considérablement augmentée.

Un beau volume in-8 de 1651 pages. — Prix, broché . . . . . **15** fr.
Relié en percaline. . . **16** fr. **50** c. — En demi-maroquin. . **17** fr. **50** c.

Aide-mémoire de l'Officier d'état-major en campagne (seule édition officielle), publié par le ministère de la guerre (État-major de l'armée). 4e édition. 1895. Volume format de poche, cartonné percaline souple, tranches rouges, avec élastique. . . . **4** fr.

En route — Aux Manœuvres. — Guide administratif à l'usage de MM. les officiers, les sous-officiers et les chefs de détachement, par M. André, lieutenant adjoint au trésorier du 12e hussards. 1896. Carnet in-12 de 87 pages de texte, 40 pages de papier quadrillé et une planche de fanions en couleurs, cartonné en percaline souple, avec crayon. . . **2** fr.

Manuel sur le Service en campagne de l'infanterie. Décret du 28 mai 1895 et Instruction pratique du 24 décembre 1896, *fondus ensemble*. 3e édition. 1899. Élégant volume in-18, relié en percaline souple gaufrée or. . . . . **2** fr.

Une Méthode d'enseignement du service en campagne, par Ubiez et P. A. G. 3e édition. 1898. In-18 . . . . . **40** c.

Service d'exploration. Étude raisonnée de l'Instruction pratique provisoire du 24 décembre 1896 sur le service de la cavalerie en campagne, par le commandant Picard, du 6e cuirassiers. 1899. Grand in-8 de 100 pages, broché . . . . . **2** fr.

Les Passages de rivières par la Cavalerie, par D. Géraud, capitaine commandant au 2e dragons. Grand in-8, avec 8 figures . . . . . **2** fr. **50** c.

Aux Manœuvres et à la Guerre, Propos en l'air sur la tactique de combat de la cavalerie. 1899. Brochure grand in-8. . . . . **2** fr.

Nos Grandes Manœuvres. *Destructions nécessaires*. 3e partie de « *Paroles* » selon Mikhaël Ivanovitch, par Loukiane Carlovitch, cosaque du Kouban. Un volume grand in-8, broché . . . . . **3** fr.

Loi des Réquisitions militaires. Texte modifié de la loi du 3 juillet 1877 et des décrets du 2 août 1877 et du 9 avril 1878. Décrets relatifs au *ravitaillement* de la population civile des places fortes et aux *pigeons voyageurs,* par E. Lassalle, archiviste de 1re classe au Ministère de la guerre. Brochure in-8 de 80 pages. . . . . **1** fr. **25** c.

Les Réquisitions militaires. Commentaire de la loi du 3 juillet 1877 et du règlement d'administration publique du 2 août 1877, par Henri Morgand, docteur en droit, chef de bureau au ministère de l'intérieur. 3e édition, augmentée et mise à jour au 1er janvier 1896. Un volume in-8 de 648 pages, broché. . . **10** fr. — Relié en percaline. . . . **12** fr.

Instruction générale du 4 février 1899 sur la Guerre de Siège. In-8, cartonné. **60** c. — Relié en percaline souple gaufrée or. . . . . **80** c.

Instruction pratique provisoire du 24 décembre 1896 sur le **Service de l'Infanterie en campagne.** Vol. in-18, cartonné. **50** c. — Relié en percal. souple gaufrée or. **75** c.

Instruction pratique provisoire du 24 décembre 1896 sur le **Service de la Cavalerie en campagne.** Vol. in-18, cartonné. **75** c. — Relié en percal. souple gaufrée or. **1** fr.

Instruction pratique provisoire du 24 décembre 1896 sur le **Service de l'Artillerie en campagne.** Volume in-8 oblong, avec une planche en couleurs : fanions et lanternes. Cartonné souple. . **75** c. — Relié en percaline souple gaufrée or . . . . . **1** fr.

Instruction provisoire du 24 décembre 1896 sur les **Exercices d'application du service de l'Artillerie en campagne.** In-8 oblong, broché fort . . . . . **30** c.

Nancy, impr. Berger-Levrault et Cie.

6 M; x 19

REVUE DU GÉNIE MILITAIRE

Paraissant le 25 de chaque mois

TREIZIÈME ANNÉE

TOME XVIII — 3e LIVRAISON

Septembre 1899

RÉDACTION :

PARIS, RUE SAINT-DOMINIQUE, 8

ADMINISTRATION :

BERGER-LEVRAULT & Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS

RUE DES BEAUX-ARTS, 5

NANCY

RUE DES GLACIS, 18

1899

Tous droits réservés

La REVUE laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs opinions.

SOMMAIRE DE LA LIVRAISON DE SEPTEMBRE 1899.

Pages.

Les constructions en béton armé (*suite et fin*), par le capitaine du génie BOITEL (35 fig.) 193

Théorie et applications des courants alternatifs (*suite et fin*), par le chef de bataillon du génie BOULANGER (5 fig.) 231

Télégraphie sans fil par ondes hertziennes, par le capitaine du génie FERRIÉ (4 fig.) 250

Analyse et extraits de la correspondance de Vauban (*suite*), par M. A. DE ROCHAS 259

Sciences physiques, etc. — Sur la ventilation des locaux à l'épreuve 279

Livres 281

Divers. — Périodiques et livres 282

Documents officiels et administratifs de juillet 1899 283

Promotions, mutations et radiations (16 août au 15 septembre 1899) 283

Légion d'honneur 286

Tableaux d'avancement pour 1899 (*suite*) 288

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION A LA REVUE DU GÉNIE

A partir du 1er janvier 1895.

Chaque livraison mensuelle contient en moyenne 6 feuilles (96 pages) d'impression, avec figures dans le texte et planches.

PRIX PAR AN : En France et en Algérie, **25** fr. (un numéro isolé : **2** fr. **50** c.). Union postale : **27** fr.

MM. les officiers français et assimilés des armées de terre et de mer (armée active, réserve et armée territoriale) sont admis à s'abonner au prix réduit de **15** fr. par an (prix du numéro isolé : **1** fr. **50** c.).

Pour les colonies et l'étranger, le port (**2** fr.) en sus.

Aussitôt que la dernière des 12 livraisons aura paru, le prix de l'année sera porté à **25** fr., sans réduction.

ON S'ABONNE à la librairie militaire Berger-Levrault et Cie, **à Paris,** rue des Beaux-Arts, 5, et à **Nancy,** ainsi que dans les bureaux de poste et chez les principaux libraires à l'étranger.

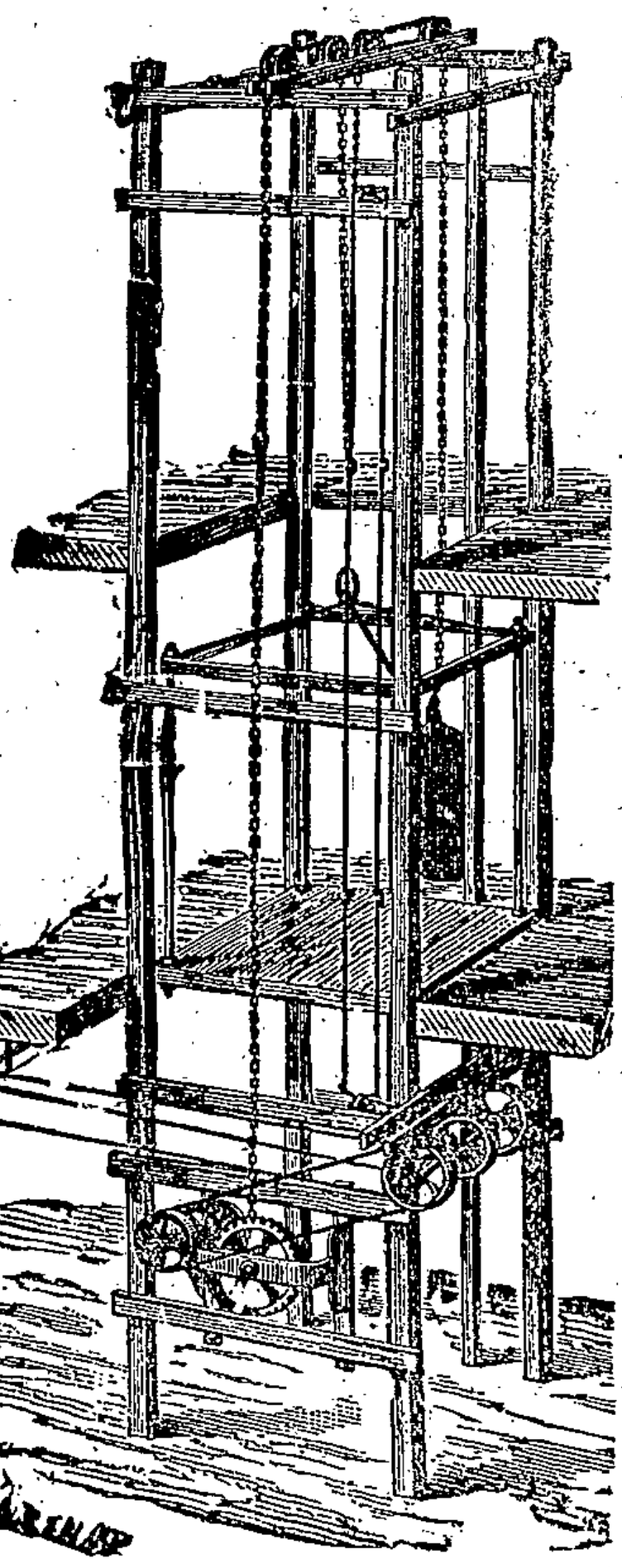
S'adresser pour tout ce qui concerne la Rédaction au CHEF DE BATAILLON, CHEF DU SERVICE DE LA REVUE DU GÉNIE MILITAIRE, 8, rue Saint-Dominique, à Paris.

SAUTTER, HARLÉ ET Cie

Succrs de SAUTTER, LEMONNIER & Cie

26, Avenue de Suffren, Paris

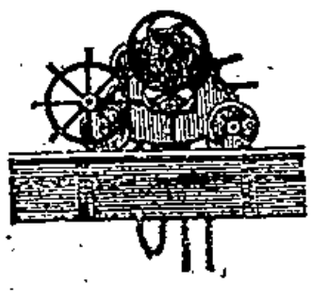
Exposition universelle. Paris, 1889. — Hors concours. — Membre du Jury



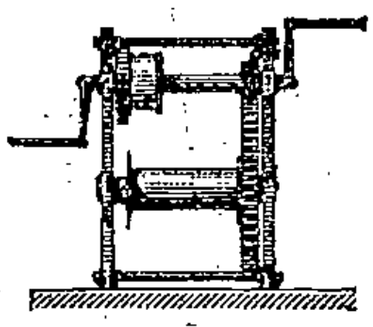
MONTE-CHARGES SPÉCIAUX

pour munitions de guerre

TREUILS — GRUES



Ponts roulants



Treuils à bras et à vapeur

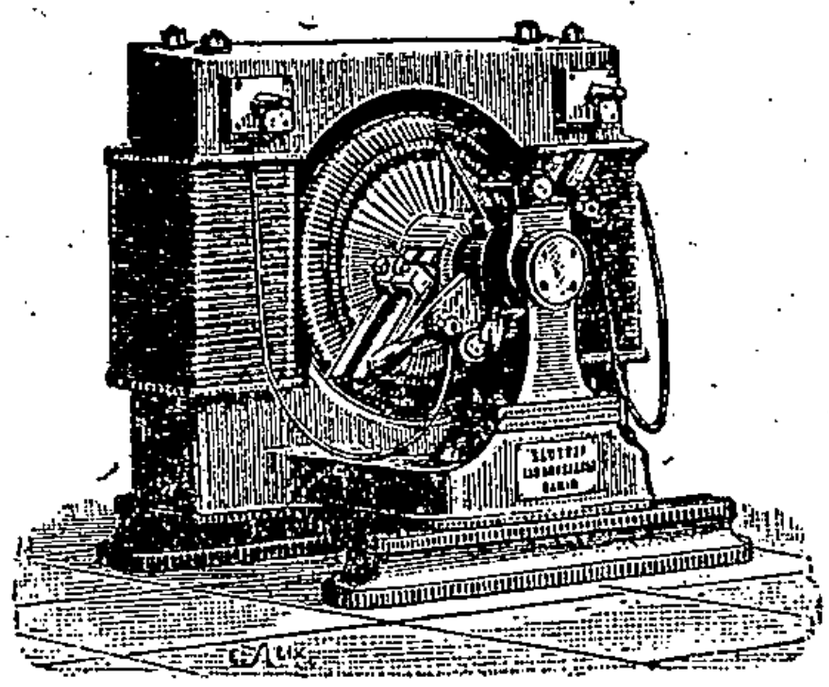
APPAREILS DE LEVAGE SPÉCIAUX

POUR ÉTABLISSEMENT DE

VOIES MILITAIRES

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

Arc. — Incandescence



ATELIERS

Éclairages provisoires ou définitifs

CHANTIERS

de Terrassements et de Constructions

Envoi sur demande de projets et devis

MOTEURS A VAPEUR

spéciaux pour la commande des dynamos

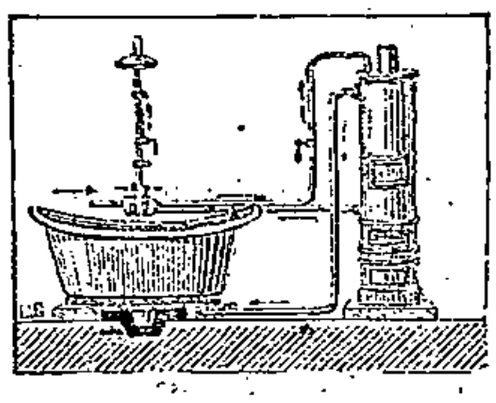
Fournisseurs des Ministères de la Guerre et de la Marine

BAINS-BUANDERIES

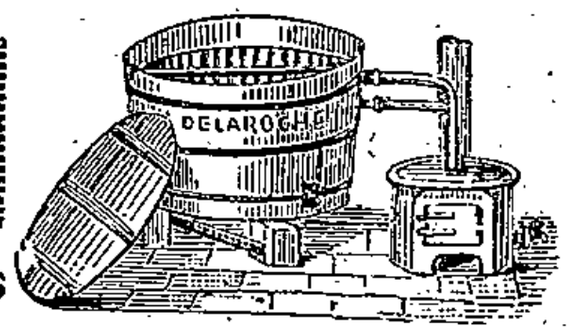
Baignoires — Chauffe-Bains
Spécialité de Chauffe-Bains parisiens
Douches de tous systèmes

Appareils de Lessivage
Système Decoudun Bozérian
Laveuses, Essoreuses, Repasseuses, Séchoirs

CUISINES A FEU ET A VAPEUR



Envoi franco
DE CATALOGUES



CHAUFFAGES DE TOUTES ESPÈCES
Air — Eau — Vapeur

DELAROCHE AINÉ, 22, Rue Bertrand, PARIS

EXPOSITION UNIVERSELLE — PARIS 1889 — MÉDAILLE D'OR

LA PLUS HAUTE RÉCOMPENSE ET L'UNIQUE MÉDAILLE D'OR ACCORDÉE AUX PILES ÉLECTRIQUES
Hors concours 1893-1894, Exposition de Chicago, Exposition de Bucharest.
Diplôme d'honneur, Amsterdam 1895.
EXPOSITION DE BRUXELLES 1897, CROIX DE LA LÉGION D'HONNEUR

PILES LECLANCHÉ
à vases poreux et à plaques agglomérées brevetées S. G. D. G.
Élément système LECLANCHÉ-BARBIER breveté s. g. d. g. à aggloméré cylindrique
MODÈLE A LIQUIDE — MODÈLE SEC
NOUVEAU SEL EXCITATEUR SPÉCIAL breveté s. g. d. g., évitant les cristaux.
Seuls concessionnaires des procédés **Raoul GUÉRIN** brevetés S. G. D. G.
pour l'immobilisation du liquide des piles par l'Agar-Agar.
SONNERIES ET SIGNAUX ÉLECTRIQUES
Ancienne maison E. BARBIER, LECLANCHÉ ✻ et Cie
FOURNISSEURS DES MINISTÈRES DE LA GUERRE ET DE LA MARINE
158, rue Cardinet, PARIS
Remise 25 o/o sur nos piles et 10 o/o sur sonneries, téléphones et accessoires à MM. les Officiers
(*sauf sur devis et prix nets*).

MANUFACTURE DE
CABLES ÉLECTRIQUES
R. ALLIOT
25bis, Rue Saint-Ambroise
PARIS

BERGER-LEVRAULT ET Cie, ÉDITEURS
PARIS, 5, RUE DES BEAUX-ARTS. — 18, RUE DES GLACIS, NANCY

LES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES
DU CROISEUR « D'ENTRECASTEAUX »
Par VICTOR COLIN
LIEUTENANT DE VAISSEAU
Un volume in-8, avec 36 planches schématiques hors texte. Prix, broché. 4 fr.

Maison BELLIENI

NANCY — 17, place Carnot, 17 — NANCY

Fournisseur des Écoles militaires de l'Artillerie et du Génie et du Ministère de la guerre

MÉDAILLE D'OR { Exposition universelle PARIS 1889 — — ANVERS 1894

FABRIQUE D'INSTRUMENTS DE PRÉCISION

DE TOPOGRAPHIE, D'ARPENTAGE ET DE MATHÉMATIQUES

d'après les modèles adoptés par l'École d'application de l'Artillerie et du Génie

Spécialité de Boussoles nivelantes du Génie. — Niveau à bulle indépendante de l'École d'application. — Niveau d'Egault. — Alidade nivelatrice du colonel Goulier. — Niveau à collimateur du colonel Goulier. — Niveau-lyre pour les études de route. — Planchette à calotte sphérique du Génie. — Alidade à lunette, etc., et en général tous les instruments de reconnaissance militaire.

PHOTOGRAPHIE

JUMELLES BELLIENI

Prix-courant sur demande

BERGER-LEVRAULT ET Cie, ÉDITEURS

PARIS, 5, RUE DES BEAUX-ARTS. — 18, RUE DES GLACIS, NANCY

★ ★ ★

NOTRE MARINE DE GUERRE

En 1899

LES VICES DE SON ORGANISATION. — UN PROGRAMME DE RÉFORMES

Un volume in-12, broché. — Prix . . . . . **2** fr. **50** c.

La Leçon de Fashoda, par J. LEGRAND, ancien élève de l'École polytechnique, officier de marine démissionnaire. 1899. Un volume in-12, broché. . . . . **3** fr. **50** c.

LA GUERRE DU MEXIQUE

SELON LES MEXICAINS

Par Albert HANS

Edition revue et augmentée. In-12, broché. . . . . **1** fr. **50** c.

La Nouvelle artillerie de campagne, par Albert HANS, capitaine au groupe des batteries territoriales du 12e régiment d'artillerie. 1899. Brochure grand in-8. Prix. **1** fr.

CONSTRUCTION DE FOURS

Maisons LAMOUREUX et MAIRETET réunies.

RÉCOMPENSES OBTENUES DEPUIS 1885

2 Diplômes d'honneur,
3 Médailles d'or, 3 Médailles d'argent.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

Une Médaille d'or
et une Médaille d'argent.

FOURS A CHAUFFAGE MIXTE AU BOIS OU AU CHARBON

APPAREILS SPÉCIAUX TELS QUE

Bouches, Houras, Soupapes, Armatures, Cylindres à eau chaude, Produits réfractaires, aux prix portés au *Bordereau annexé au marché passé avec le Service du Génie de Paris pour les fours, approuvé par décision ministérielle du 8 février 1894.*

Les appareils et matériaux de fours sont expédiés **en Algérie, en Tunisie et dans toutes les colonies,** avec des instructions pour en permettre le montage par le premier ouvrier venu.

FOURS SPÉCIAUX

POUR LES

MANUTENTIONS MILITAIRES

1° FOUR à chauffage mixte 1894, SIMPLIFIÉ, n'ayant au-dessous de la sole *ni appareil de chauffage, ni chambre de chaleur :* il est à *FOYER CENTRAL.*

2° FOUR à chauffage mixte TYPE 1898, *sans appareil de chauffage ni chambre de chaleur au-dessous de la sole :* il est à *FOYER LATÉRAL.*

Ces deux FOURS recommandés particulièrement pour les transformations d'anciens fours LESPINASSE existant dans les Manutentions.

Leur emploi est aussi avantageux en temps de paix qu'en cas de mobilisation. Leur prix est inférieur à celui du Four type 1894.

3° FOURS au bois pour Manutentions où la houille ne doit pas être employée.

ANATOLE BERL

CONSTRUCTEUR

ENTREPRENEUR DE L'ÉTAT ET DE L'ASSISTANCE PUBLIQUE

9, Quai d'Anjou, 9, à PARIS

LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRAULT ET Cie.

GÉNÉRAL FAY

ANCIEN COMMANDANT DU 11e CORPS D'ARMÉE

ÉTUDE DE MARCHES

IÉNA-SEDAN

I. — Marches de la Grande-Armée en 1806 (jusqu'à Berlin).

II. — Marches des armées allemandes en 1870 (du 31 juillet au 1er septembre).

Album-portefeuille gr. in-4, comprenant 56 pages de texte, 36 pages de tableaux et 2 superbes cartes des marches en 5 couleurs, grand in-folio. — Prix. **10** fr.

MANUEL DE L'ORGANISATION DE L'ARMÉE

ET DU FONCTIONNEMENT DES SERVICES MILITAIRES

A L'USAGE DES ÉTATS-MAJORS, CHEFS DE CORPS ET OFFICIERS DE TOUTES ARMES

Par C. LASSALLE

ARCHIVISTE D'ÉTAT-MAJOR DE 1re CLASSE AU MINISTÈRE DE LA GUERRE

Deuxième édition, entièrement revue et considérablement augmentée.

Un beau volume in-8 de 1651 pages. — Prix, broché . . . . . **15** fr.
Relié en percaline . . **16** fr. **50** c. — En demi-maroquin . . **17** fr. **50** c.

DICTIONNAIRE MILITAIRE

ENCYCLOPÉDIE DES SCIENCES MILITAIRES

RÉDIGÉE PAR UN COMITÉ D'OFFICIERS DE TOUTES ARMES

14e livraison : INTENDANCE — MAGASINS

Le **Dictionnaire militaire** formera deux gros volumes grand in-8 jésus à deux colonnes, d'environ 100 feuilles (1600 pages) chacun. — L'ouvrage complet comprendra environ 24 livraisons de 8 feuilles (128 pages). Le tome Ier (broché, **37** fr. **50** c.; relié **42** fr. **50** c.) se termine dans la 13e livraison.

Prix de la livraison : 3 fr.

NOS DÉPUTÉS

581 Biographies avec portraits.

Volume in-32 . . . . . **1** fr. **50** c.

NOS SÉNATEURS

300 Biographies avec portraits.

Volume in-32 . . . . . **1** fr. **50** c.

LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRAULT ET Cie.

ARDOUIN-DUMAZET

Haute-Picardie Champagne rémoise et Ardennes

20e Volume du « *VOYAGE EN FRANCE* »

Un volume in-12 de 400 pages, avec 22 cartes ou croquis.

Sommaire des 24 chapitres de ce volume : 1. En Noyonnais. — 2. En Soissonnais. — 3. En Laonnais. — 4. Les Vanniers de la Thiérache. — 5. Le Familistère de Guise. — 6. La Vallée de l'Oise et Saint-Gobain. — 7. Coucy et le Tardenois. — 8. Reims. — 9. Épernay et le vignoble d'Ay. — 10. La Montagne de Reims et ses vins. — 11. Le Camp de Châlons. — 12. Les Champs catalauniques. — 13. Le Rethelois et le Porcien. — 14. Entrée dans l'Ardenne. — 15. Le Royaume de la quincaillerie. — 16. La Principauté de Château-Regnault. — 17. Les Dames de Meuse. — 18. Les Givets. — 19. Rocroi et le cheval ardennais. — 20. Le Champ de bataille de Sedan. — 21. Sedan industriel et ses annexes. — 22. De l'Argonne en Champagne pouilleuse. — 23. La Héronnière du Grand-Écury. — 24. Vertus et le mont Aimé.

VOLUMES PARUS

1re SÉRIE : **Le Morvan, le Val de Loire et le Perche.**
2e SÉRIE : **Des Alpes mancelles à la Loire maritime.**
3e SÉRIE : **Les Iles de l'Atlantique : I. D'Arcachon à Belle-Isle.**
4e SÉRIE : **Les Iles de l'Atlantique : II. D'Hoëdic à Ouessant.**
5e SÉRIE : **Les Iles françaises de la Manche et Bretagne péninsulaire.**
6e SÉRIE : **Cotentin, Basse-Normandie, Pays d'Auge, Haute-Normandie, Pays de Caux.**
7e SÉRIE : **La Région lyonnaise : Lyon, Monts du Lyonnais et du Forez.**
8e SÉRIE : **Le Rhône du Léman à la mer : Dombes, Valromey, Bugey, Bas-Dauphiné, Savoie rhodanienne, La Camargue.**
9e SÉRIE : **Bas-Dauphiné, Viennois, Graisivaudan, Oisans, Diois et Valentinois.**
10e SÉRIE : **Les Alpes du Léman à la Durance. Nos Chasseurs alpins.**
11e SÉRIE : **Forez, Vivarais, Tricastin et Comtat-Venaissin.**
12e SÉRIE : **Les Alpes de Provence et les Alpes maritimes.**
13e SÉRIE : **La Provence maritime.**
14e SÉRIE : **La Corse.**
15e SÉRIE : **Les Charentes et la Plaine Poitevine.**
16e SÉRIE : **De Vendée en Beauce : Haut-Poitou, Bocage, Marais, Vendée, Gâtine, Tours, Beauce.**
17e SÉRIE : **Littoral de Caux et Picardie : Dieppe, l'Aliermont, Pays de Bray, Vexin, Pays de Thelle, Santerre, Vermandois, Vallée de la Somme, Vimeu, Ponthieu.**
18e SÉRIE : **Région du Nord : I. Flandre et littoral du Nord.**
19e SÉRIE : **Région du Nord : II. Artois, Cambrésis et Hainaut.**
20e SÉRIE : **Haute-Picardie, Champagne rémoise et Ardennes.**

Chaque volume in-12, d'environ 380 pages, avec cartes, broché. 3 fr. 50 c.
— Élégamment cartonné en toile souple, tête rouge . . . . 4 fr.

Nancy, impr. Berger-Levrault et Cie.

74, 199
DÉPOT LÉGAL
SEURTH
N° 19

REVUE
DU GÉNIE
MILITAIRE

Paraissant le 25 de chaque mois

TREIZIÈME ANNÉE

TOME XVIII — 4e LIVRAISON

Octobre 1899

RÉDACTION :

PARIS, RUE SAINT-DOMINIQUE, 8

ADMINISTRATION :

BERGER-LEVRAULT & Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS
RUE DES BEAUX-ARTS, 5

NANCY
RUE DES GLACIS, 18

1899

Tous droits réservés

La REVUE laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs opinions.

SOMMAIRE DE LA LIVRAISON D'OCTOBRE 1899.

Pages.

Note sur les pavillons d'hôpitaux, par le capitaine du génie Hoc (13 fig.) 389

Sur les opérations de sauvetage effectuées à Montfaucon-d'Argonne, du 14 au 17 juillet 1899, par le chef de bataillon du génie SIMOUTRE (6 fig.) 417

Télégraphie sans fil par ondes hertziennes (*suite et fin*), par le capitaine du génie FERRIÉ (23 fig.). 437

Fortifications, etc. — Retranchements permanents pour l'infanterie. 465

Périodique et livres. 466

Construction, etc. — Élévateur transporteur à air comprimé. . 467

Périodique 467

Communications, etc. — Périodiques et livres. 468

Documents officiels et administratifs de juin à octobre 1899 . . 469

Promotions, mutations et radiations du 16 septembre au 15 octobre 1899 479

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION A LA REVUE DU GÉNIE

A partir du 1er janvier 1895.

Chaque livraison mensuelle contient en moyenne 6 feuilles (96 pages) d'impression, avec figures dans le texte et planches.

PRIX PAR AN : En France et en Algérie, **25** fr. (un numéro isolé : **2** fr. **50** c.). Union postale : **27** fr.

MM. les officiers français et assimilés des armées de terre et de mer (armée active, réserve et armée territoriale) sont admis à s'abonner au prix réduit de **15** fr. par an (prix du numéro isolé : **1** fr. **50** c.).

Pour les colonies et l'étranger, le port (**2** fr.) en sus.

Aussitôt que la dernière des 12 livraisons aura paru, le prix de l'année sera porté à **25** fr., sans réduction.

ON S'ABONNE à la librairie militaire Berger-Levrault et Cie, à **Paris**, rue des Beaux-Arts, 5, et à **Nancy**, ainsi que dans les bureaux de poste et chez les principaux libraires à l'étranger.

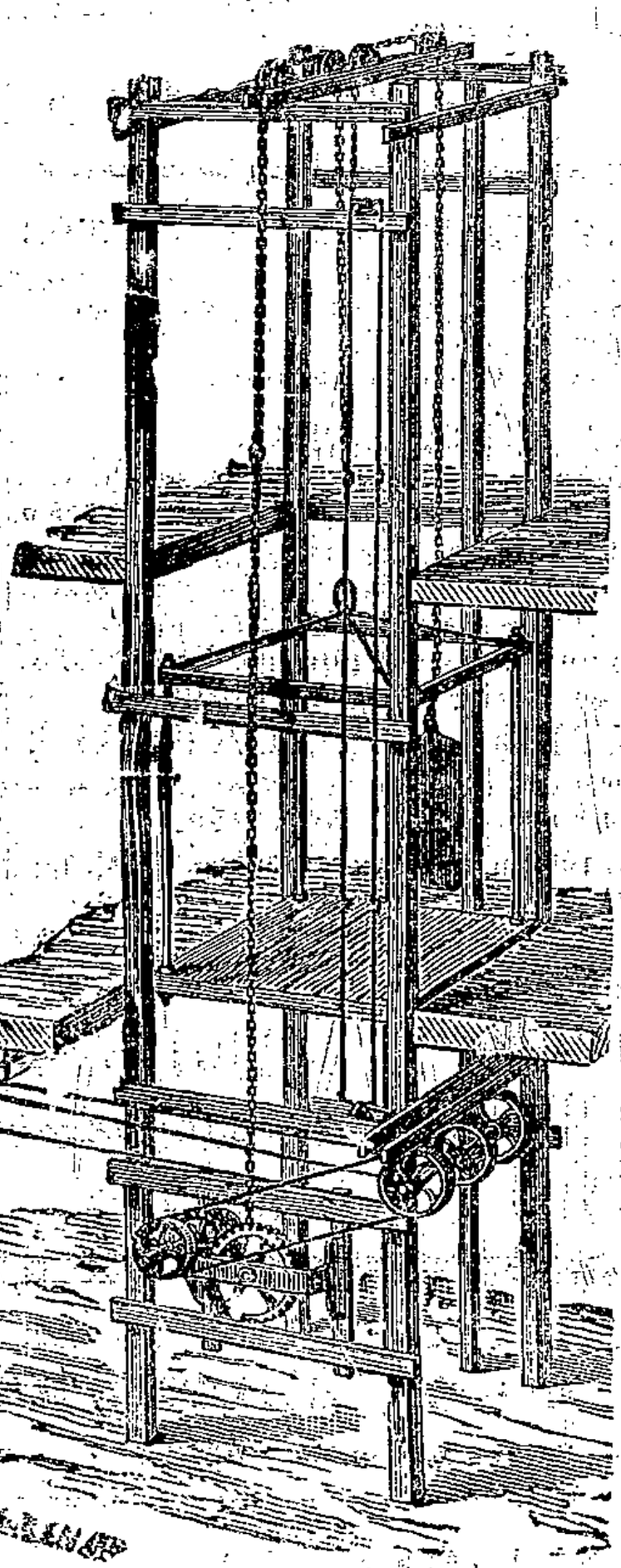
S'adresser pour tout ce qui concerne la Rédaction au CHEF DE BATAILLON, CHEF DU SERVICE DE LA REVUE DU GÉNIE MILITAIRE, 8, rue Saint-Dominique, à Paris

SAUTTER, HARLÉ ET Cie

Succrs de SAUTTER, LEMONNIER & Cie

26, Avenue de Suffren, Paris

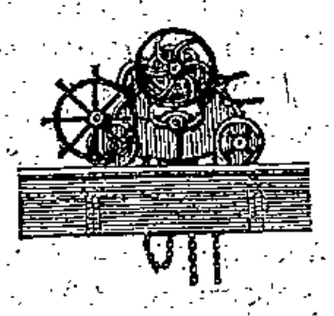
Exposition universelle. Paris, 1889. — Hors concours. — Membre du Jury



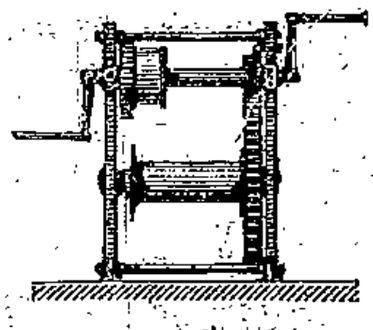
MONTE-CHARGES SPÉCIAUX

pour munitions de guerre

TREUILS — GRUES



Ponts roulants



Treuils à bras et à vapeur

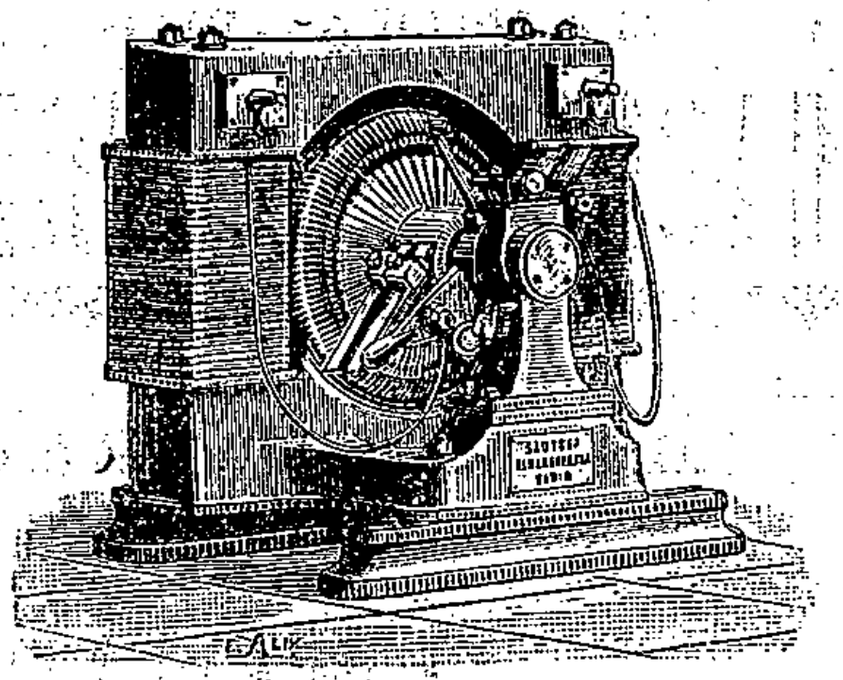
APPAREILS DE LEVAGE SPÉCIAUX

POUR ÉTABLISSEMENT DE

VOIES MILITAIRES

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

Arc. — Incandescence



ATELIERS

Éclairages provisoires ou définitifs

CHANTIERS

de Terrassements et de Constructions

Envoi sur demande de projets et devis

MOTEURS A VAPEUR

spéciaux pour la commande des dynamos

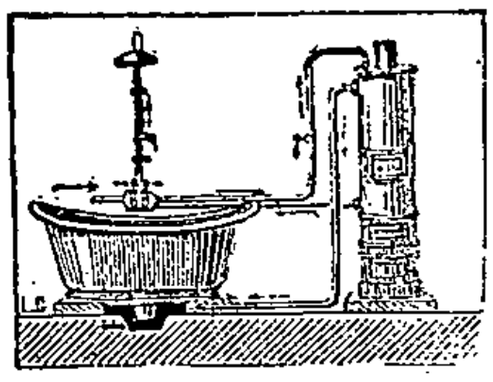
Fournisseurs des Ministères de la Guerre et de la Marine

BAINS-BUANDERIES

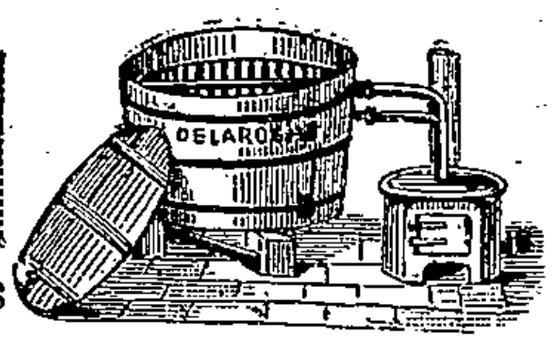
Baignoires — Chauffe-Bains
Spécialité de Chauffe-Bains parisiens
Douches de tous systèmes

Appareils de Lessivage
Système Decoudun Bozérian
Laveuses, Essoreuses, Repasseuses, Séchoirs

CUISINES A FEU ET A VAPEUR



Envoi franco
DE CATALOGUES



CHAUFFAGES DE TOUTES ESPÈCES
Air — Eau — Vapeur

DELAROCHE AINÉ, 22, Rue Bertrand, PARIS

EXPOSITION UNIVERSELLE — PARIS 1889 — MÉDAILLE D'OR
LA PLUS HAUTE RÉCOMPENSE ET L'UNIQUE MÉDAILLE D'OR ACCORDÉE AUX PILES ÉLECTRIQUES
Hors concours 1893-1894, Exposition de Chicago, Exposition de Bucarest.
Diplôme d'honneur, Amsterdam 1895.
EXPOSITION DE BRUXELLES 1897, CROIX DE LA LÉGION D'HONNEUR

PILES LECLANCHÉ
à vases poreux et à plaques agglomérées brevetées S. G. D. G.
Élément système LECLANCHÉ-BARBIER breveté s. g. d. g. à aggloméré cylindrique
MODÈLE A LIQUIDE — MODÈLE SEC
NOUVEAU SEL EXCITATEUR SPÉCIAL breveté s. g. d. g., évitant les cristaux.
Seuls concessionnaires des procédés **Raoul GUÉRIN** brevetés S. G. D. G.
pour l'immobilisation du liquide des piles par l'Agar-Agar.
SONNERIES ET SIGNAUX ÉLECTRIQUES
Ancienne maison E. BARBIER, LECLANCHÉ et Cie
FOURNISSEURS DES MINISTÈRES DE LA GUERRE ET DE LA MARINE
158, rue Cardinet, PARIS
Remise 25 °/₀ sur nos piles et 10 °/₀ sur sonneries, téléphones et accessoires à MM. les Officiers
(*sauf sur devis et prix nets*).
REMISES SPÉCIALES AUX EMPLOYÉS DE L'ÉTAT

MANUFACTURE DE
CABLES ÉLECTRIQUES
R. ALLIOT ET ROL
25bis, Rue Saint-Ambroise
PARIS

BERGER-LEVRAULT ET Cie, ÉDITEURS
PARIS, 5, RUE DES BEAUX-ARTS. — 18, RUE DES GLACIS, NANCY

ALMANACH NATIONAL
ANNUAIRE OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Pour 1899-1900

201e ANNÉE

Un volume in-8 de 1,568 pages. — Broché, **15** fr. — Relié toile, **16** fr. **50** c.
Relié basane, **17** fr. — Demi-chagrin, **19** fr. **50** c.

Maison BELLIENI

NANCY — 17, place Carnot, 17 — NANCY

Fournisseur des Écoles militaires de l'Artillerie et du Génie et du Ministère de la guerre

MÉDAILLE D'OR { Exposition universelle PARIS 1889 — — ANVERS 1894

FABRIQUE D'INSTRUMENTS DE PRÉCISION

DE TOPOGRAPHIE, D'ARPENTAGE ET DE MATHÉMATIQUES

d'après les modèles adoptés par l'École d'application de l'Artillerie et du Génie

Spécialité de Boussoles nivelantes du Génie. — Niveau à bulle indépendante de l'École d'application. — Niveau d'Egault. — Alidade nivelatrice du colonel Goulier. — Niveau à collimateur du colonel Goulier. — Niveau-lyre pour les études de route. — Planchette à calotte sphérique du Génie. — Alidade à lunette, etc., et en général tous les instruments de reconnaissance militaire.

PHOTOGRAPHIE

JUMELLES BELLIENI

Prix-courant sur demande

BERGER-LEVRAULT ET Cie, ÉDITEURS

PARIS, 5, RUE DES BEAUX-ARTS. — 18, RUE DES GLACIS, NANCY

DICTIONNAIRE MILITAIRE

ENCYCLOPÉDIE DES SCIENCES MILITAIRES

RÉDIGÉE PAR UN COMITÉ D'OFFICIERS DE TOUTES ARMES

Ouvrage honoré d'une souscription par le Ministère de la guerre

14e livraison : INTENDANCE — MAGASINS

Le **Dictionnaire militaire** formera deux gros volumes grand in-8 jésus à deux colonnes, d'environ 100 feuilles (1600 pages) chacun. — L'ouvrage complet comprendra environ 24 livraisons de 8 feuilles (128 pages), dont 14 sont en vente. Le tome Ier (broché, **37** fr. **50** c.; relié, **42** fr. **50** c.) se termine dans la 13e livraison.

Prix de la livraison : 3 fr.

NOS DÉPUTÉS

581 Biographies avec Portraits.

Volume in-32 . . . . . 1 fr. 50 c.

NOS SÉNATEURS

300 Biographies avec Portraits.

Volume in-32 . . . . . **1 fr. 50 c.**

CONSTRUCTION DE FOURS

Maisons LAMOUREUX et MAIRETET réunies.

RÉCOMPENSES OBTENUES DEPUIS 1885

2 Diplômes d'honneur,
3 Médailles d'or, 3 Médailles d'argent.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

Une Médaille d'or
et une Médaille d'argent.

FOURS A CHAUFFAGE MIXTE AU BOIS OU AU CHARBON

APPAREILS SPÉCIAUX TELS QUE

Bouches, Houras, Soupapes, Armatures, Cylindres à eau chaude, Produits réfractaires, aux prix portés au *Bordereau annexé au marché passé avec le Service du Génie de Paris pour les fours, approuvé par décision ministérielle du 8 février 1894.*

Les appareils et matériaux de fours sont expédiés **en Algérie, en Tunisie et dans toutes les colonies,** avec des instructions pour en permettre le montage par le premier ouvrier venu.

FOURS SPÉCIAUX

POUR LES

MANUTENTIONS MILITAIRES

1° **FOUR à chauffage mixte 1894, SIMPLIFIE, n'ayant au-dessous de la sole *ni appareil de chauffage, ni chambre de chaleur :* il est à *FOYER CENTRAL.***

2° **FOUR à chauffage mixte TYPE 1898, *sans appareil de chauffage ni chambre de chaleur au-dessous de la sole :* il est à *FOYER LATÉRAL.***

Ces deux **FOURS** recommandés particulièrement pour les transformations d'anciens fours LESPINASSE existant dans les Manutentions.

Leur emploi est aussi avantageux en temps de paix qu'en cas de mobilisation. Leur prix est inférieur à celui du Four type 1894.

3° **FOURS au bois pour Manutentions où la houille ne doit pas être employée.**

ANATOLE BERL

CONSTRUCTEUR

ENTREPRENEUR DE L'ÉTAT ET DE L'ASSISTANCE PUBLIQUE

9, Quai d'Anjou, 9, à PARIS

BERGER-LEVRAULT ET Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS
PARIS, 5, rue des Beaux-Arts. — 18, rue des Glacis, NANCY.

GÉNÉRAL FAY
ANCIEN COMMANDANT DU 11e CORPS D'ARMÉE

ÉTUDE DE MARCHES

IÉNA-SEDAN

I. — Marches de la Grande-Armée en 1806 (jusqu'à Berlin).
II. — Marches des armées allemandes en 1870 (du 31 juillet au 1er septembre).

Album-portefeuille gr. in-4, comprenant 56 pages de texte, 36 pages de tableaux et 2 superbes cartes des marches en 5 couleurs, grand in-folio. — Prix. **10** fr.

MANUEL DE L'ORGANISATION DE L'ARMÉE

ET DU FONCTIONNEMENT DES SERVICES MILITAIRES
A L'USAGE DES ÉTATS-MAJORS, CHEFS DE CORPS ET OFFICIERS DE TOUTES ARMES

Par C. LASSALLE
ARCHIVISTE D'ÉTAT-MAJOR DE 1re CLASSE AU MINISTÈRE DE LA GUERRE

Deuxième édition, entièrement revue et considérablement augmentée.

Un beau volume in-8 de 1651 pages. — Prix, broché . . . . . **15** fr.
Relié en percaline . . **16** fr. **50** c. — En demi-maroquin . . **17** fr. **50** c.

LES ACCIDENTS DU TRAVAIL

COMMENTAIRE DE LA LOI DU 9 AVRIL 1898
DE LA LOI DU 30 JUIN 1899 SUR LES ACCIDENTS DU TRAVAIL AGRICOLE
ET DES RÈGLEMENTS D'ADMINISTRATION PUBLIQUE, DÉCRETS ET ARRÊTÉS RELATIFS A SON EXÉCUTION
Suivi d'une Étude comparative de la Législation étrangère

Par Édouard SERRE
CONSEILLER A LA COUR DE CASSATION

2e édition, revue et mise au courant de la législation nouvelle.

Un volume in-8 de 481 pages. Prix : broché, **6** fr. ; relié en percaline, **7** fr. **50** c.

Les Sociétés de Secours mutuels. *Commentaire de la loi du 1er avril 1898*, par J. BARBERET, chef de bureau des institutions de prévoyance au ministère de l'intérieur. Un volume in-8 de 473 pages, broché . . **6** fr. — Relié en percaline . . . . . **7** fr. **50** c.

BERGER-LEVRAULT ET Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS
PARIS, 5, rue des Beaux-Arts. — 18, rue des Glacis, NANCY.

COMPTE RENDU
D'UN EXERCICE SUR LA CARTE
A SIMPLE ACTION

Mode de préparation aux exercices avec cadres dans les régiments d'artillerie de campagne

Par le Commandant L. M.

Brochure in-8, avec 2 figures et 1 planche en couleurs . . . . . **2** fr.

★ ★ ★

NOTRE MARINE DE GUERRE
En 1899

LES VICES DE SON ORGANISATION. — UN PROGRAMME DE RÉFORMES

Un volume in-12, broché. — Prix . . . . . **2** fr. **50** c.

La Leçon de Fashoda, par J. Legrand, ancien élève de l'École polytechnique, officier de marine démissionnaire. 1899. Un volume in-12, broché . . . . . **3** fr. **50** c.

LA GUERRE DU MEXIQUE
SELON LES MEXICAINS
Par Albert HANS

Édition revue et augmentée. In-12, broché. . . . . **1** fr. **50** c.

La Nouvelle Artillerie de Campagne, par Albert Hans, capitaine au groupe des batteries territoriales du 12e régiment d'artillerie. 1899. Brochure grand in-8. Prix. **1** fr.

Pistolets automatiques, par N. Parra, capitaine d'artillerie. 1899. In-8, avec 4 figures et 5 planches. . . . . **2** fr. **50** c.

Organisation et fonctionnement du service de la télégraphie militaire, par A. Papuchon, colonel du génie. 1899. In-8, 80 pages, broché. . . . . **2** fr.

La Cavalerie en liaison avec l'Infanterie. (Extrait de la *Revue de Cavalerie.*) 1899. Grand in-8, broché. . . . . **1** fr. **25** c.

ÉTUDE SUR LE SURMENAGE DU CHEVAL
Par J. BOELLMANN

VÉTÉRINAIRE EN PREMIER, CHEF DE SERVICE A LA LÉGION DE LA GARDE RÉPUBLICAINE

Grand in-8, 100 pages, broché. . . . . **2** fr. **50** c.

Le Général Bourbaki, par le commandant Grandin, lauréat de l'Institut de France et de la Société d'encouragement au bien. 1898. Un volume in-8, avec portrait et fac-similé d'une lettre autographe de Bourbaki à l'auteur, broché . . . . . **5** fr.

(Ouvrage couronné par l'Académie des sciences morales et politiques.)

Nancy, impr. Berger-Levrault et Cie.

BIBLIOTECA DEL GENIO MILITARE

8127 11
DÉPOT LÉGAL

REVUE

DU GÉNIE

MILITAIRE

Paraissant le 25 de chaque mois

TREIZIÈME ANNÉE

TOME XVIII — 5e LIVRAISON

Novembre 1899

RÉDACTION :

PARIS, RUE SAINT-DOMINIQUE, 8

ADMINISTRATION :

BERGER-LEVRAULT & Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS

RUE DES BEAUX-ARTS, 5

NANCY

RUE DES GLACIS, 18

1899

Tous droits réservés

La REVUE laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs opinions.

SOMMAIRE DE LA LIVRAISON DE NOVEMBRE 1899.

Pages.

Note sur les pavillons d'hôpitaux (*suite et fin*), par le capitaine du génie Hoc (15 fig.). 485

Note au sujet du logement des troupes de garnison, par le lieutenant-colonel du génie C. LECOMTE. 505

Sur les contestations en matière de marchés de travaux militaires, par le chef de bataillon du génie AUGIER. 533

Analyse et extraits de la correspondance de Vauban (*suite*), par M. A. DE ROCHAS 549

Mines, explosifs, etc. — Nouveau pétard de chemin de fer en Autriche-Hongrie. 567

Périodique 568

Nécrologie. — Le général Bressonnet 569

Divers. — J. E. NUNES CARDOSO. *Estudo de promoções*. 576

Documents officiels et administratifs de juillet à novembre 1899. 577

Promotions, mutations et radiations du 16 octobre au 15 novembre 1899 579

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION A LA REVUE DU GÉNIE

A partir du 1er janvier 1895.

Chaque livraison mensuelle contient en moyenne 6 feuilles (96 pages) d'impression, avec figures dans le texte et planches.

PRIX PAR AN : En France et en Algérie, 25 fr. (un numéro isolé : 2 fr. 50 c.). Union postale : 27 fr.

MM. les officiers français et assimilés des armées de terre et de mer (armée active, réserve et armée territoriale) sont admis à s'abonner au prix réduit de 15 fr. par an (prix du numéro isolé : 1 fr. 50 c.).

Pour les colonies et l'étranger, le port (2 fr.) en sus.

Aussitôt que la dernière des 12 livraisons aura paru, le prix de l'année sera porté à 25 fr., sans réduction.

ON S'ABONNE à la librairie militaire Berger-Levrault et Cie, à **Paris,** rue des Beaux-Arts, 5, et à **Nancy,** ainsi que dans les bureaux de poste et chez les principaux libraires à l'étranger.

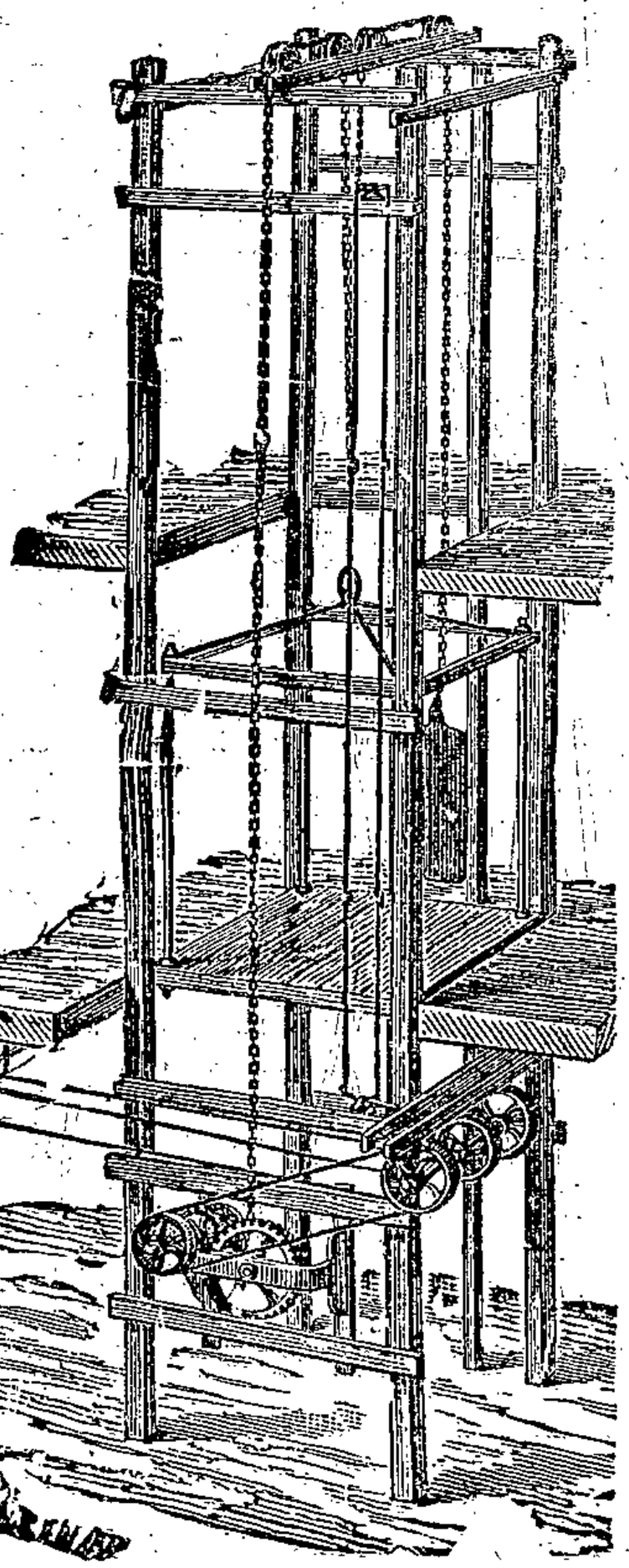
S'adresser pour tout ce qui concerne la Rédaction au CHEF DE BATAILLON, CHEF DU SERVICE DE LA REVUE DU GÉNIE MILITAIRE, 8, rue Saint-Dominique, à Paris.

SAUTTER, HARLÉ ET Cie

Succrs de SAUTTER, LEMONNIER & Cie

26, Avenue de Suffren, Paris

Exposition universelle, Paris, 1889. — Hors concours. — Membre du Jury

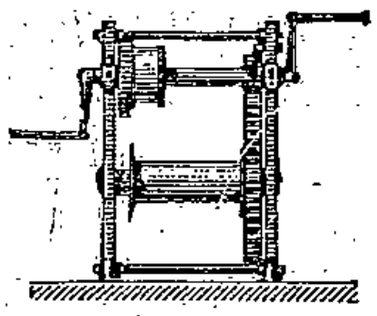


MONTE-CHARGES SPÉCIAUX

pour munitions de guerre

TREUILS — GRUES

Ponts roulants



Treuils à bras et à vapeur

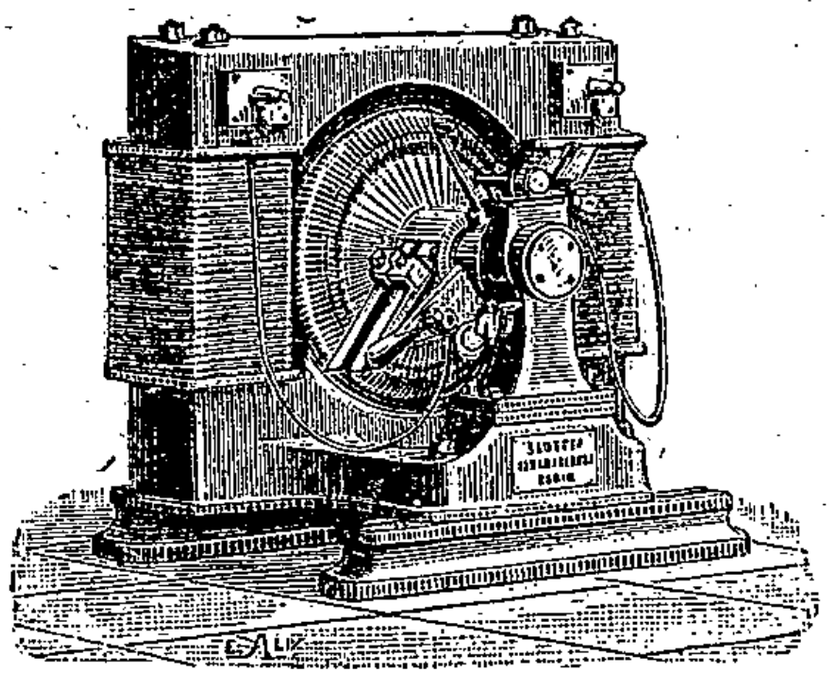
APPAREILS DE LEVAGE SPÉCIAUX

POUR ÉTABLISSEMENT DE

VOIES MILITAIRES

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

Arc. — Incandescence



ATELIERS

Éclairages provisoires ou définitifs

CHANTIERS

de Terrassements et de Constructions

Envoi sur demande de projets et devis

MOTEURS A VAPEUR

spéciaux pour la commande des dynamos

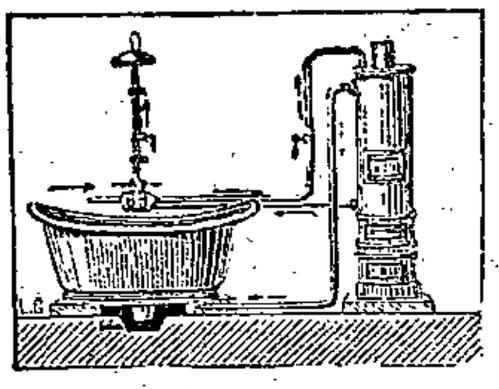
Fournisseurs des Ministères de la Guerre et de la Marine

BAINS-BUANDERIES

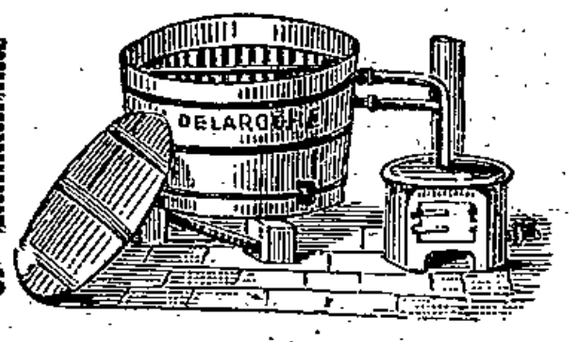
Baignoires — Chauffe-Bains
Spécialité de Chauffe-Bains parisiens
Douches de tous systèmes

Appareils de Lessivage
Système Decoudun Bozérian
Laveuses, Essoreuses, Repasseuses, Séchoirs

CUISINES A FEU ET A VAPEUR



Envoi franco
DE CATALOGUES



CHAUFFAGES DE TOUTES ESPÈCES
Air — Eau — Vapeur

DELAROCHE AINE, 22, Rue Bertrand, PARIS

EXPOSITION UNIVERSELLE — PARIS 1889 — MEDAILLE D'OR
LA PLUS HAUTE RÉCOMPENSE ET L'UNIQUE MÉDAILLE D'OR ACCORDÉE AUX PILES ÉLECTRIQUES
Hors concours 1893-1894, Exposition de Chicago, Exposition de Bucarest.
Diplôme d'honneur, Amsterdam 1895.
EXPOSITION DE BRUXELLES 1897, CROIX DE LA LÉGION D'HONNEUR

PILES LECLANCHÉ

à vases poreux et à plaques agglomérées brevetées S. G. D. G.
Élément système LECLANCHÉ-BARBIER breveté S. G. D. G. à aggloméré cylindrique
MODÈLE A LIQUIDE — MODÈLE SEC
NOUVEAU SEL EXCITATEUR SPÉCIAL breveté S. G. D. G., évitant les cristaux.
Seuls concessionnaires des procédés **Raoul GUÉRIN** brevetés S. G. D. G.
pour l'immobilisation du liquide des piles par l'Agar-Agar.
SONNERIES ET SIGNAUX ÉLECTRIQUES
Ancienne maison E. BARBIER, LECLANCHÉ et Cie
FOURNISSEURS DES MINISTÈRES DE LA GUERRE ET DE LA MARINE
158, rue Cardinet, PARIS
Remise 25 °/o sur nos piles et 10 °/o sur sonneries, téléphones et accessoires à MM. les Officiers
(*sauf sur devis et prix nets*).
REMISES SPÉCIALES AUX EMPLOYÉS DE L'ÉTAT

MANUFACTURE DE
CABLES ÉLECTRIQUES
R. ALLIOT ET ROL
25bis, Rue Saint-Ambroise
PARIS

BERGER-LEVRAULT ET Cie, ÉDITEURS
PARIS, 5, RUE DES BEAUX-ARTS. — 18, RUE DES GLACIS, NANCY

ALMANACH NATIONAL
ANNUAIRE OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Pour 1899-1900

201e ANNÉE

Un volume in-8 de 1,568 pages. — Broché, **15** fr. — Relié toile, **16** fr. **50** c.
Relié basane, **17** fr. — Demi-chagrin, **19** fr. **50** c.

Maison BELLIENI

NANCY — 17, place Carnot, 17 — NANCY

Fournisseur des Écoles militaires de l'Artillerie et du Génie et du Ministère de la guerre

MÉDAILLE D'OR { Exposition universelle PARIS 1889 — — ANVERS 1894

FABRIQUE D'INSTRUMENTS DE PRÉCISION

DE TOPOGRAPHIE, D'ARPENTAGE ET DE MATHÉMATIQUES

d'après les modèles adoptés par l'École d'application de l'Artillerie et du Génie

Spécialité de Boussoles nivelantes du Génie. — Niveau à bulle indépendante de l'École d'application. — Niveau d'Egault. — Alidade nivelatrice du colonel Goulier. — Niveau à collimateur du colonel Goulier. — Niveau-lyre pour les études de route. — Planchette à calotte sphérique du Génie. — Alidade à lunette, etc., et en général tous les instruments de reconnaissance militaire.

PHOTOGRAPHIE

JUMELLES BELLIENI

Prix-courant sur demande

BERGER-LEVRAULT ET Cie, ÉDITEURS

PARIS, 5, RUE DES BEAUX-ARTS. — 18, RUE DES GLACIS, NANCY

DICTIONNAIRE MILITAIRE

ENCYCLOPÉDIE DES SCIENCES MILITAIRES

RÉDIGÉE PAR UN COMITÉ D'OFFICIERS DE TOUTES ARMES

Ouvrage honoré d'une souscription par le Ministère de la guerre

14e livraison : INTENDANCE — MAGASINS

Le **Dictionnaire militaire** formera deux gros volumes grand in-8 jésus à deux colonnes, d'environ 100 feuilles (1600 pages) chacun. — L'ouvrage complet comprendra environ 24 livraisons de 8 feuilles (128 pages), dont 14 sont en vente. Le tome Ier (broché, **37** fr. **50** c.; relié, **42** fr. **50** c.) se termine dans la 13e livraison.

Prix de la livraison : 3 fr.

NOS DÉPUTÉS

581 Biographies avec Portraits.

Volume in-32 . . . . . **1** fr. **50** c.

NOS SÉNATEURS

300 Biographies avec Portraits.

Volume in-32 . . . . . **1** fr. **50** c.

CONSTRUCTION DE FOURS

Maisons LAMOUREUX et MAIRETET réunies.

RÉCOMPENSES OBTENUES DEPUIS 1885

2 Diplômes d'honneur,
3 Médailles d'or, 3 Médailles d'argent.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

Une Médaille d'or
et une Médaille d'argent.

FOURS A CHAUFFAGE MIXTE AU BOIS OU AU CHARBON

APPAREILS SPÉCIAUX TELS QUE

Bouches, Houras, Soupapes, Armatures, Cylindres à eau chaude, Produits réfractaires, aux prix portés au *Bordereau annexé au marché passé avec le Service du Génie de Paris pour les fours, approuvé par décision ministérielle du 8 février 1894.*

Les appareils et matériaux de fours sont expédiés **en Algérie, en Tunisie et dans toutes les colonies,** avec des instructions pour en permettre le montage par le premier ouvrier venu.

FOURS SPÉCIAUX

POUR LES

MANUTENTIONS MILITAIRES

1° **FOUR** à chauffage mixte 1894, SIMPLIFIÉ, n'ayant au-dessous de la sole *ni appareil de chauffage, ni chambre de chaleur :* il est à ***FOYER CENTRAL.***

2° **FOUR** à chauffage mixte TYPE 1898, *sans appareil de chauffage ni chambre de chaleur au-dessous de la sole :* il est à ***FOYER LATÉRAL.***

Ces deux FOURS recommandés particulièrement pour les transformations d'anciens fours LESPINASSE existant dans les Manutentions.

Leur emploi est aussi avantageux en temps de paix qu'en cas de mobilisation. Leur prix est inférieur à celui du Four type 1894.

3° **FOURS** au bois pour Manutentions où la houille ne doit pas être employée.

ANATOLE BERL

CONSTRUCTEUR

ENTREPRENEUR DE L'ÉTAT ET DE L'ASSISTANCE PUBLIQUE

9, Quai d'Anjou, 9, à PARIS

LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRAULT ET Cie.

COMPTE RENDU

D'UN EXERCICE SUR LA CARTE

A SIMPLE ACTION

Mode de préparation aux exercices avec cadres dans les régiments d'artillerie de campagne

Par le Commandant L. M.

Brochure in-8, avec 2 figures et 1 planche en couleurs . . . . . 2 fr.

L'ESPRIT CAVALIER

ET L'IDÉE DE LA GUERRE

A PROPOS DU NOUVEAU RÈGLEMENT

Par le Commandant A. A.

Brochure grand in-8 de 35 pages. — Prix . . . . . 1 fr.

ÉTUDE SUR LE SURMENAGE DU CHEVAL

Par J. BOËLLMANN

VÉTÉRINAIRE EN PREMIER, CHEF DE SERVICE A LA LÉGION DE LA GARDE RÉPUBLICAINE

Grand in-8, 100 pages, broché . . . . . 2 fr. 50 c.

La Cavalerie en liaison avec l'Infanterie. (Extrait de la *Revue de Cavalerie.*) 1899. Grand in-8, broché . . . . . 1 fr. 25 c.

La Nouvelle Artillerie de Campagne, par Albert HANS, capitaine au groupe des batteries territoriales du 12e régiment d'artillerie. 1899. Brochure grand in-8. Prix. 1 fr.

L'Artillerie austro-hongroise en 1899, par L. PONCET, lieutenant d'artillerie. Brochure in-8. . . . . 1 fr.

Pistolets automatiques, par N. PARRA, capitaine d'artillerie. 1899. In-8, avec 4 figures et 5 planches. . . . . 2 fr. 50 c.

Organisation et fonctionnement du ser télégraphie militaire, par A. PAPUCHON, colonel du génie. 1899. In-8, 8 ché. . . . . 2 fr.

Les Constructions en béton armé. Calculs de résistance. Détails d'exécution, par Ch. BOITEL, capitaine du génie. In-8, 80 pages, avec 45 figures, broché . . . . . 2 fr.

LES SOCIÉTÉS RÉGIMENTAIRES D'ANCIENS MILITAIRES

Par Paul PATTÉ

VICE-PRÉSIDENT D'HONNEUR DE L'UNION DES SOCIÉTÉS RÉGIMENTAIRES
RÉDACTEUR EN CHEF DU « *Soldat* »

Avec une lettre de M. le général A. FABRE

Un volume in-12 de 430 pages, broché . . . . . 5 fr.

LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRAULT ET Cie.

Vient de paraître

LA DÉFENSE NAVALE

Par Édouard LOCKROY

ANCIEN MINISTRE DE LA MARINE, DÉPUTÉ

Un volume in-8 d'environ 600 pages, broché . . . . . 6 fr.

DU MÊME AUTEUR : **La Marine de guerre.** *Six mois rue Royale.* 2e édition.
Un volume in-8 de 400 pages, broché . . . . . 5 fr.

GUERRE HISPANO-AMÉRICAINE (1898)

LA GUERRE SUR MER

ET SES CONSÉQUENCES

Par le Capitaine MAHAN, de la marine des États-Unis

TRADUIT DE L'ANGLAIS AVEC L'AUTORISATION DE L'AUTEUR

Par le Comte Alphonse DE DIESBACH

Un volume in-8, avec 2 croquis, broché . . . . . 4 fr.

L'ART DE COMMANDER

PRINCIPES DU COMMANDEMENT

A L'USAGE DES OFFICIERS DE TOUT GRADE

Par le Capitaine André GAVET

Un volume in-12, broché . . . . . 2 fr. **50** c.

LE LIVRE DU GRADÉ

A l'usage des élèves-caporaux, caporaux et sous-officiers d'infanterie, contenant toutes les matières nécessaires à l'exercice de leurs fonctions, et conforme à tous les règlements parus jusqu'à ce jour. Édition mise à jour. Novembre 1899. Un volume in-12 de 594 pages, avec nombreuses figures et 3 planches, relié en percaline souple, tranches rouges. **2** fr. **25** c.

— **Questionnaire** avec renvoi au *Livre du gradé* pour les réponses. Fasc. in-12, br. **25** c.

Nancy, impr. Berger-Levrault et Cie.

13e ANNÉE — Novembre 1899. — REVUE DU GÉNIE MILITAIRE

PR LECTURE
de L.. ... C...
DÉPOT LÉGAL
N° 70 x 1900

REVUE DU GÉNIE MILITAIRE

Paraissant le 25 de chaque mois

TREIZIÈME ANNÉE

TOME XVIII — 6e LIVRAISON

Décembre 1899

RÉDACTION :

PARIS, RUE SAINT-DOMINIQUE, 8

ADMINISTRATION :

BERGER-LEVRAULT & Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS

RUE DES BEAUX-ARTS, 5

NANCY

RUE DES GLACIS, 18

1899

Tous droits réservés

La REVUE laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs opinions.

SOMMAIRE DE LA LIVRAISON DE DÉCEMBRE 1899.

Pages.

Étude sur la fortification permanente, par le colonel du génie DUPOMMIER (1 fig.) 581

Note au sujet du logement des troupes de garnison (*suite et fin*), par le lieutenant-colonel du génie C. LEGOMTE. 605

Sur le cahier des clauses et conditions générales des marchés de travaux militaires, par le chef de bataillon du génie AUGIER 631

Fortifications, etc. — Note sur le gazonnement des ouvrages de fortification, par le chef de bataillon du génie BOILEAU . . . 647

Construction, etc. — Périodique, livres et brevets 650

Mines, explosifs, etc. — Sensibilité des explosifs à l'action des détonateurs 653

Sciences mathématiques, etc. — Périodiques et livres. 654

Documents officiels et administratifs d'octobre à décembre 1899. 655

Promotions, mutations et radiations du 16 novembre au 15 décembre 1899 668

Tableaux d'avancement pour 1899 (*suite*). 670

Table des matières du tome XVIII. 671

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION A LA REVUE DU GÉNIE

A partir du 1er janvier 1895.

Chaque livraison mensuelle contient en moyenne 6 feuilles (96 pages) d'impression, avec figures dans le texte et planches.

PRIX PAR AN : En France et en Algérie, **25** fr. (un numéro isolé : **2 fr. 50** c.). Union postale : **27** fr.

MM. les officiers français et assimilés des armées de terre et de mer (armée active, réserve et armée territoriale) sont admis à s'abonner au prix réduit de **15** fr. par an (prix du numéro isolé : **1** fr. **50** c.).

Pour les colonies et l'étranger, le port (**2** fr.) en sus.

Aussitôt que la dernière des 12 livraisons aura paru, le prix de l'année sera porté à **25** fr., sans réduction.

ON S'ABONNE à la librairie militaire Berger-Levrault et Cie, **à Paris**, rue des Beaux-Arts, 5, et à **Nancy**, ainsi que dans les bureaux de poste et chez les principaux libraires à l'étranger.

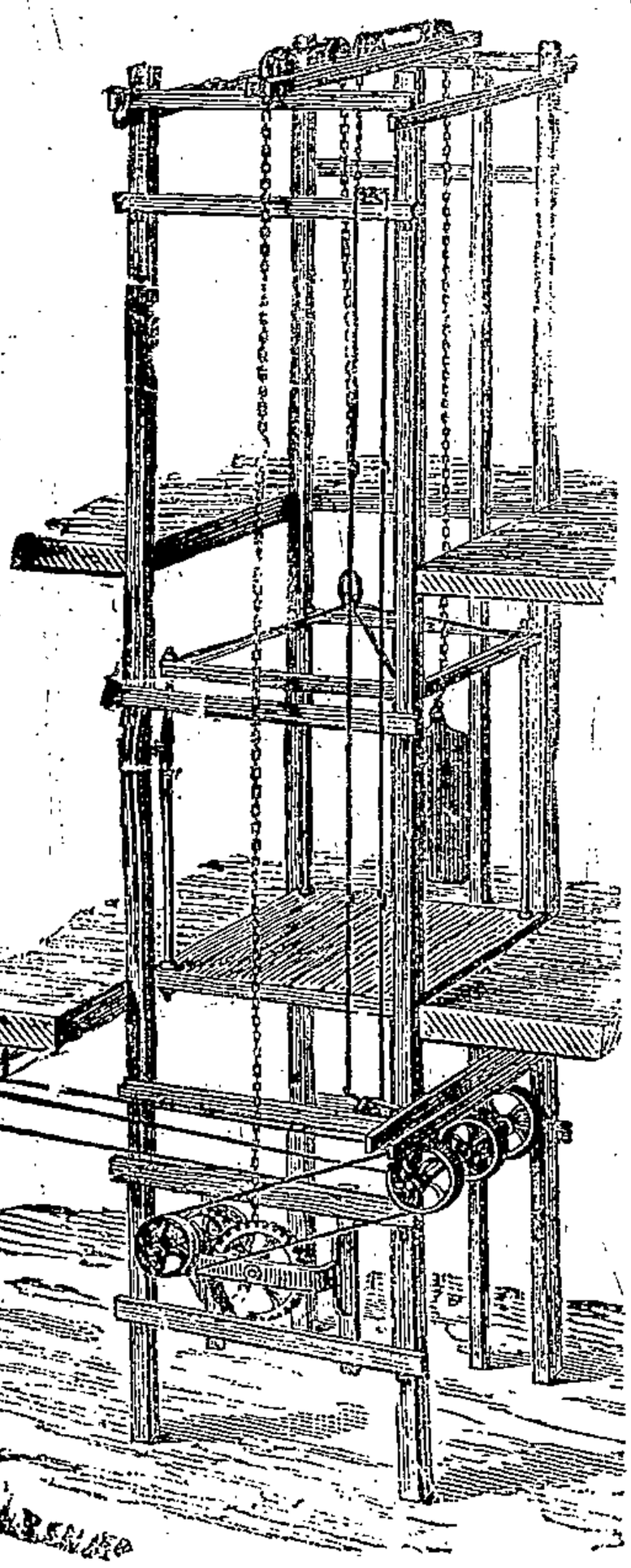
S'adresser pour tout ce qui concerne la Rédaction au CHEF DE BATAILLON, CHEF DU SERVICE DE LA REVUE DU GÉNIE MILITAIRE, 8, rue Saint-Dominique, à Paris.

SAUTTER, HARLÉ ET Cie

Succrs de SAUTTER, LEMONNIER & Cie

26, Avenue de Suffren, Paris

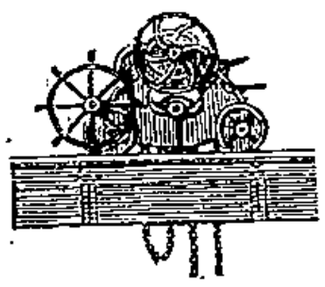
Exposition universelle. Paris, 1889. — Hors concours. — Membre du Jury



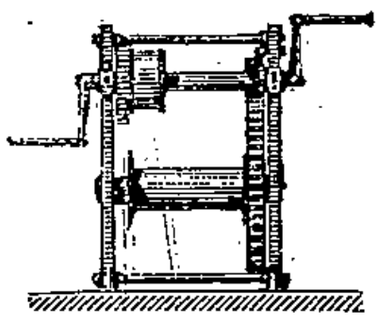
MONTE-CHARGES SPÉCIAUX

pour munitions de guerre

TREUILS — GRUES



Ponts roulants



Treuils à bras et à vapeur

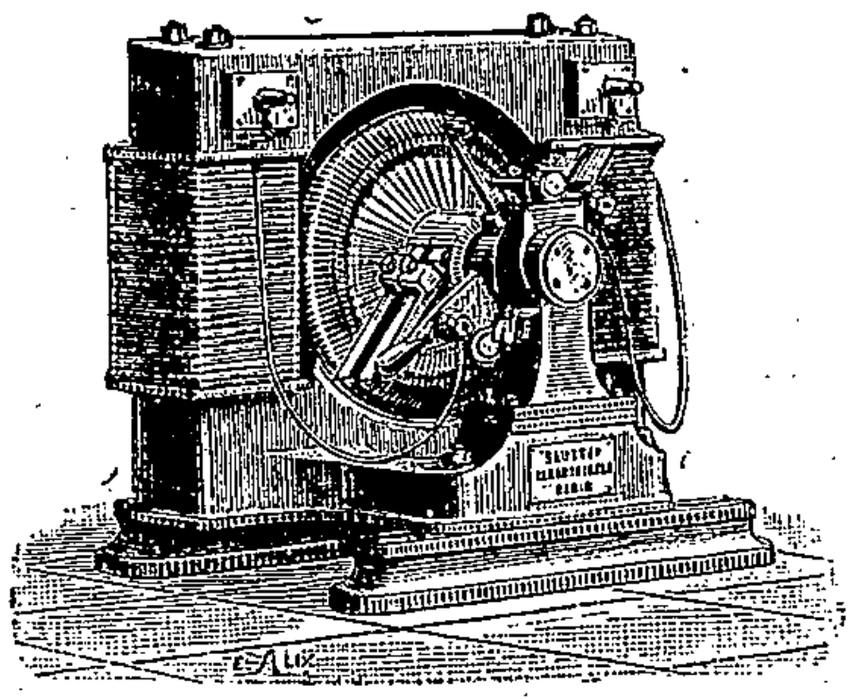
APPAREILS DE LEVAGE SPÉCIAUX

POUR ÉTABLISSEMENT DE

VOIES MILITAIRES

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

Arc. — Incandescence



ATELIERS

Éclairages provisoires ou définitifs

CHANTIERS

de Terrassements et de Constructions

Envoi sur demande de projets et devis

MOTEURS A VAPEUR

spéciaux pour la commande des dynamos

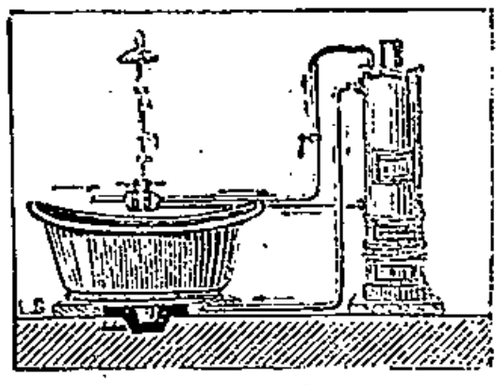
Fournisseurs des Ministères de la Guerre et de la Marine

BAINS-BUANDERIES

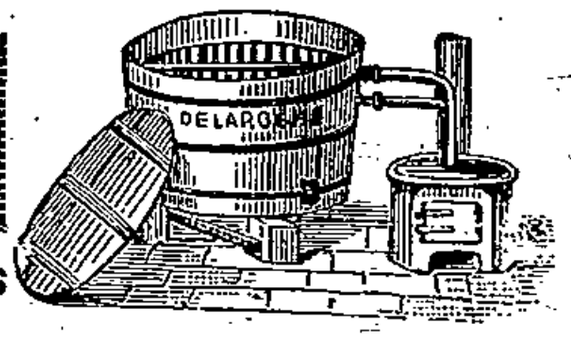
Baignoires — Chauffe-Bains
Spécialité de Chauffe-Bains parisiens
Douches de tous systèmes

Appareils de Lessivage
Système Decoudun Bozérian
Laveuses, Essoreuses, Repasseuses, Séchoirs

CUISINES A FEU ET A VAPEUR



Envoi franco
DE CATALOGUES



CHAUFFAGES DE TOUTES ESPÈCES
Air — Eau — Vapeur

DELAROCHE AINE, 22, Rue Bertrand, PARIS

EXPOSITION UNIVERSELLE — PARIS 1889 — MÉDAILLE D'OR
LA PLUS HAUTE RÉCOMPENSE ET L'UNIQUE MÉDAILLE D'OR ACCORDÉE AUX PILES ÉLECTRIQUES
Hors concours 1893-1894, Exposition de Chicago, Exposition de Bucarest.
Diplôme d'honneur, Amsterdam 1895.
EXPOSITION DE BRUXELLES 1897, CROIX DE LA LÉGION D'HONNEUR

PILES LECLANCHÉ

à vases poreux et à plaques agglomérées brevetées S. G. D. G.
Élément système LECLANCHÉ-BARBIER breveté s. g. d. g. à aggloméré cylindrique
MODÈLE A LIQUIDE — MODÈLE SEC
NOUVEAU SEL EXCITATEUR SPÉCIAL breveté s. g. d. g., évitant les cristaux.
Seuls concessionnaires des procédés **Raoul GUÉRIN** brevetés S. G. D. G.
pour l'immobilisation du liquide des piles par l'Agar-Agar.
SONNERIES ET SIGNAUX ÉLECTRIQUES
Ancienne maison E. BARBIER, LECLANCHÉ et Cie
FOURNISSEURS DES MINISTÈRES DE LA GUERRE ET DE LA MARINE
158, rue Cardinet, PARIS

Remise 25 °/₀ sur nos piles et 10 °/₀ sur sonneries, téléphones et accessoires à MM. les Officiers
(*sauf sur devis et prix nets*).
REMISES SPÉCIALES AUX EMPLOYÉS DE L'ÉTAT

MANUFACTURE DE
CABLES ÉLECTRIQUES
R. ALLIOT ET ROL
25bis, Rue Saint-Ambroise
PARIS

BERGER-LEVRAULT ET Cie, ÉDITEURS
PARIS, 5, RUE DES BEAUX-ARTS. — 18, RUE DES GLACIS, NANCY

ALMANACH NATIONAL
ANNUAIRE OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Pour 1899-1900

201e ANNÉE

Un volume in-8 de 1,568 pages. — Broché, **15** fr. — Relié toile, **16** fr. **50** c.
Relié basane, **17** fr. — Demi-chagrin, **19** fr. **50** c.

Maison BELLIENI

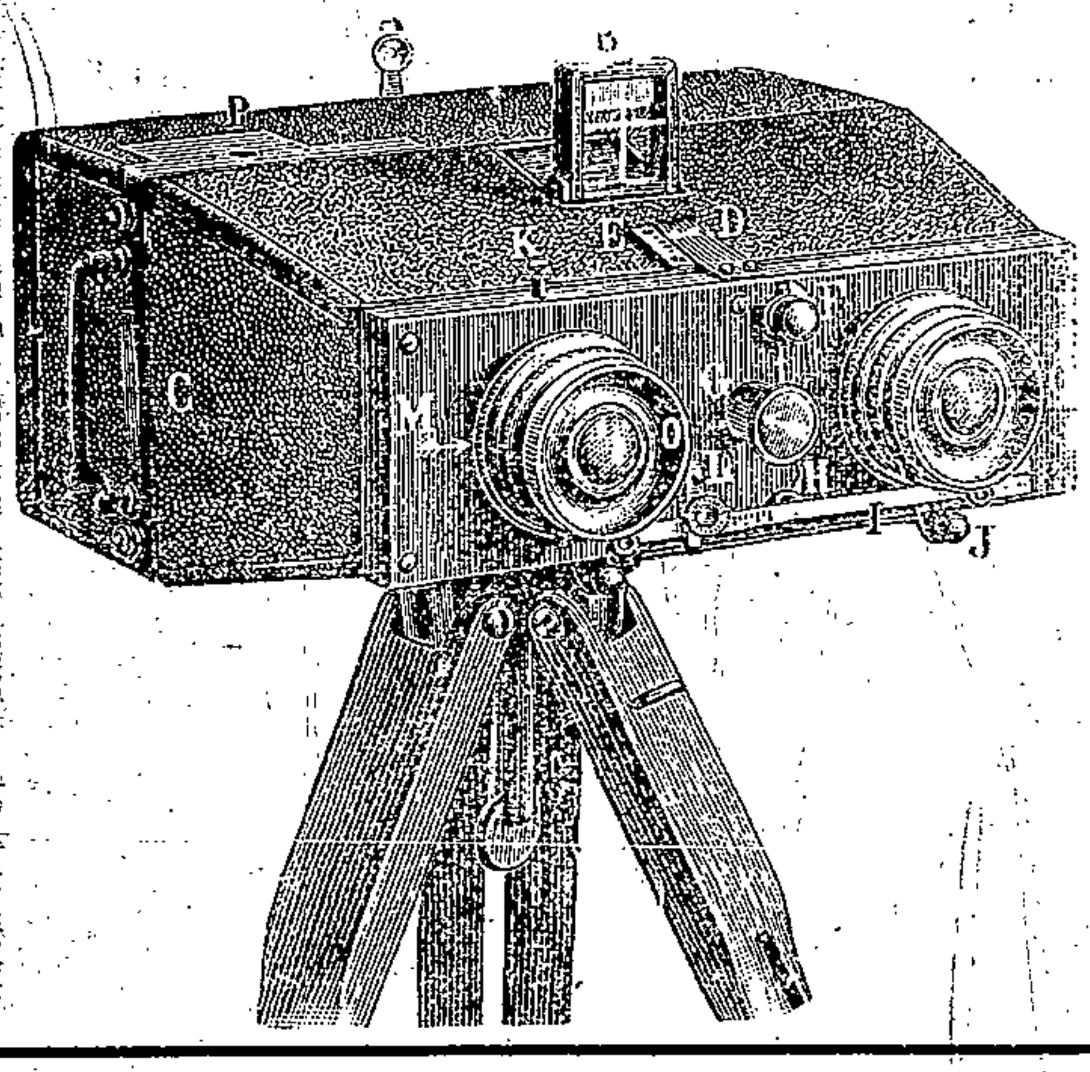
NANCY — 17, place Carnot, 17 — NANCY

Fournisseur des Écoles militaires de l'Artillerie et du Génie et du Ministère de la guerre

INSTRUMENTS DE PRÉCISION

DE TOPOGRAPHIE, D'ARPENTAGE ET DE MATHÉMATIQUES

d'après les modèles adoptés par l'École d'application de l'Artillerie et du Génie



JUMELLES BELLIENI

PHOTOGRAPHIE

SPÉCIALITÉ DES JUMELLES BELLIENI

SIMPLES, STÉRÉOSCOPIQUES

ET 9 × 12 A DÉCENTREMENT

Appareils de construction simple et robuste qui supportent les différents climats.

Demandez les notices et spécimens d'épreuves.

BERGER-LEVRAULT ET Cie, ÉDITEURS

PARIS, 5, RUE DES BEAUX-ARTS. — 18, RUE DES GLACIS, NANCY

DICTIONNAIRE MILITAIRE

ENCYCLOPÉDIE DES SCIENCES MILITAIRES

RÉDIGÉE PAR UN COMITÉ D'OFFICIERS DE TOUTES ARMES

Ouvrage honoré d'une souscription par le Ministère de la guerre

14e livraison : INTENDANCE — MAGASINS

Le **Dictionnaire militaire** formera deux gros volumes grand in-8 jésus à deux colonnes, d'environ 100 feuilles (1600 pages) chacun. — L'ouvrage complet comprendra environ 24 livraisons de 8 feuilles (128 pages), dont 14 sont en vente. Le tome Ier (broché, **37** fr. **50** c.; relié, **42** fr. **50** c.) se termine dans la 13e livraison.

Prix de la livraison : 3 fr.

NOS DÉPUTÉS

581 Biographies avec Portraits.

Volume in-32 . . . . . **1 fr. 50 c.**

NOS SÉNATEURS

300 Biographies avec Portraits.

Volume in-32 . . . . . **1 fr. 50 c.**

CONSTRUCTION DE FOURS

Maisons LAMOUREUX et MAIRETET réunies.

RÉCOMPENSES OBTENUES DEPUIS 1885

2 Diplômes d'honneur,
3 Médailles d'or, 3 Médailles d'argent.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

Une Médaille d'or
et une Médaille d'argent.

FOURS A CHAUFFAGE MIXTE AU BOIS OU AU CHARBON

APPAREILS SPÉCIAUX TELS QUE

Bouches, Houras, Soupapes, Armatures, Cylindres à eau chaude, Produits réfractaires, aux prix portés au *Bordereau annexé au marché passé avec le Service du Génie de Paris pour les fours, approuvé par décision ministérielle du 8 février 1894.*

Les appareils et matériaux de fours sont expédiés **en Algérie, en Tunisie et dans toutes les colonies,** avec des instructions pour en permettre le montage par le premier ouvrier venu.

FOURS SPÉCIAUX

POUR LES

MANUTENTIONS MILITAIRES

1° FOUR à chauffage mixte 1894, SIMPLIFIÉ, n'ayant au-dessous de la sole *ni appareil de chauffage, ni chambre de chaleur :* il est à *FOYER CENTRAL.*

2° FOUR à chauffage mixte TYPE 1898, *sans appareil de chauffage ni chambre de chaleur au-dessous de la sole :* il est à *FOYER LATÉRAL.*

Ces deux FOURS recommandés particulièrement pour les transformations d'anciens fours LESPINASSE existant dans les Manutentions.

Leur emploi est aussi avantageux en temps de paix qu'en cas de mobilisation. Leur prix est inférieur à celui du Four type 1894.

3° FOURS au bois pour Manutentions où la houille ne doit pas être employée.

ANATOLE BERL

CONSTRUCTEUR

ENTREPRENEUR DE L'ÉTAT ET DE L'ASSISTANCE PUBLIQUE

9, Quai d'Anjou, 9, à PARIS

BERGER-LEVRAULT ET Cie, ÉDITEURS

PARIS, 5, RUE DES BEAUX-ARTS. — 18, RUE DES GLACIS, NANCY

ÉDOUARD LOCKROY

ANCIEN MINISTRE DE LA MARINE, DÉPUTÉ

LA DÉFENSE NAVALE

1899. Un volume in-8 de 582 pages, broché. **6** fr.

DU MÊME AUTEUR : **La Marine de guerre.** *Six mois rue Royale.*
2e édition. 1897. Un volume in-8 de 400 pages, broché . . . **5** fr.

LA LEÇON DE FASHODA

Par J. LEGRAND

OFFICIER DE MARINE DÉMISSIONNAIRE

1899. Un volume in-12 de 368 pages. — Prix . . . . . **3** fr. **50** c.

LA GUERRE AVEC L'ANGLETERRE

POLITIQUE NAVALE DE LA FRANCE

Par le lieutenant X...

1899. Un volume in-12, avec 3 cartes stratégiques et 16 tables statistiques. — Prix : **3** fr.

GUERRE HISPANO-AMÉRICAINE (1898)

LA GUERRE SUR MER

ET SES CONSÉQUENCES

Par le Capitaine MAHAN, de la marine des États-Unis

TRADUIT DE L'ANGLAIS AVEC L'AUTORISATION DE L'AUTEUR

Par le Comte Alphonse DE DIESBACH

1899. Un volume in-8, avec 2 croquis. — Prix . . . . . **4** fr.

BERGER-LEVRAULT ET Cie, ÉDITEURS
PARIS, 5, RUE DES BEAUX-ARTS. — 18, RUE DES GLACIS, NANCY

LE

RÈGLEMENT DE MANŒUVRE

DE L'ARTILLERIE DE CAMPAGNE ALLEMANDE

APPROUVÉ LE 10 AOUT 1899

Un volume in-8, avec 5 figures et une planche hors texte, broché. . **2** fr. **50** c.

L'Acétylène et ses applications, par P. GIRARDVILLE, capitaine d'artillerie. (Extrait de la *Revue d'artillerie.*) Brochure in-8 . . . . . **75** c.

Essai sur les concessions d'éclairage et notamment sur la concurrence électrique, par Jean CRUVEILHIER, avocat à la Cour de Paris, rédacteur en chef de la *Revue communale.* Un volume grand in-8, broché. . . . . **3** fr.

Les Ondes électriques et la télégraphie sans fil, par J. BOULANGER, chef de bataillon du génie, et G. FÉRIÉ, capitaine du génie. (Extrait de la *Revue du génie militaire.*) In-8 de 95 pages, avec 39 figures, broché . . . . . **1** fr. **50** c.

Organisation et fonctionnement du service de la Télégraphie militaire, par A. PAPUCHON, colonel du génie. In-8, 80 pages, broché . . . . . **2** fr.

Les Constructions en béton armé. Calculs de résistance. Détails d'exécution, par Ch. BOITEL, capitaine du génie. In-8, 80 pages, avec 45 figures, broché . . . . . **2** fr.

DICTIONNAIRE MILITAIRE

ENCYCLOPÉDIE DES SCIENCES MILITAIRES
RÉDIGÉE PAR UN COMITÉ D'OFFICIERS DE TOUTES ARMES

Ouvrage honoré d'une souscription du Ministère de la guerre

Tome Ier : lettres A à H

Un fort volume grand in-8 de 1588 pages, broché . . 37 fr. 50 c.
Relié en demi-maroquin, plats toile . . . . . 42 fr. 50 c.

Le **Dictionnaire militaire** formera deux gros volumes grand in-8 jésus à deux colonnes, d'environ 100 feuilles (1600 pages) chacun. — L'ouvrage complet comprendra environ 24 livraisons de 8 feuilles (128 pages). Le tome Ier se termine dans la 13e livraison. — Les 15 premières livraisons sont en vente.

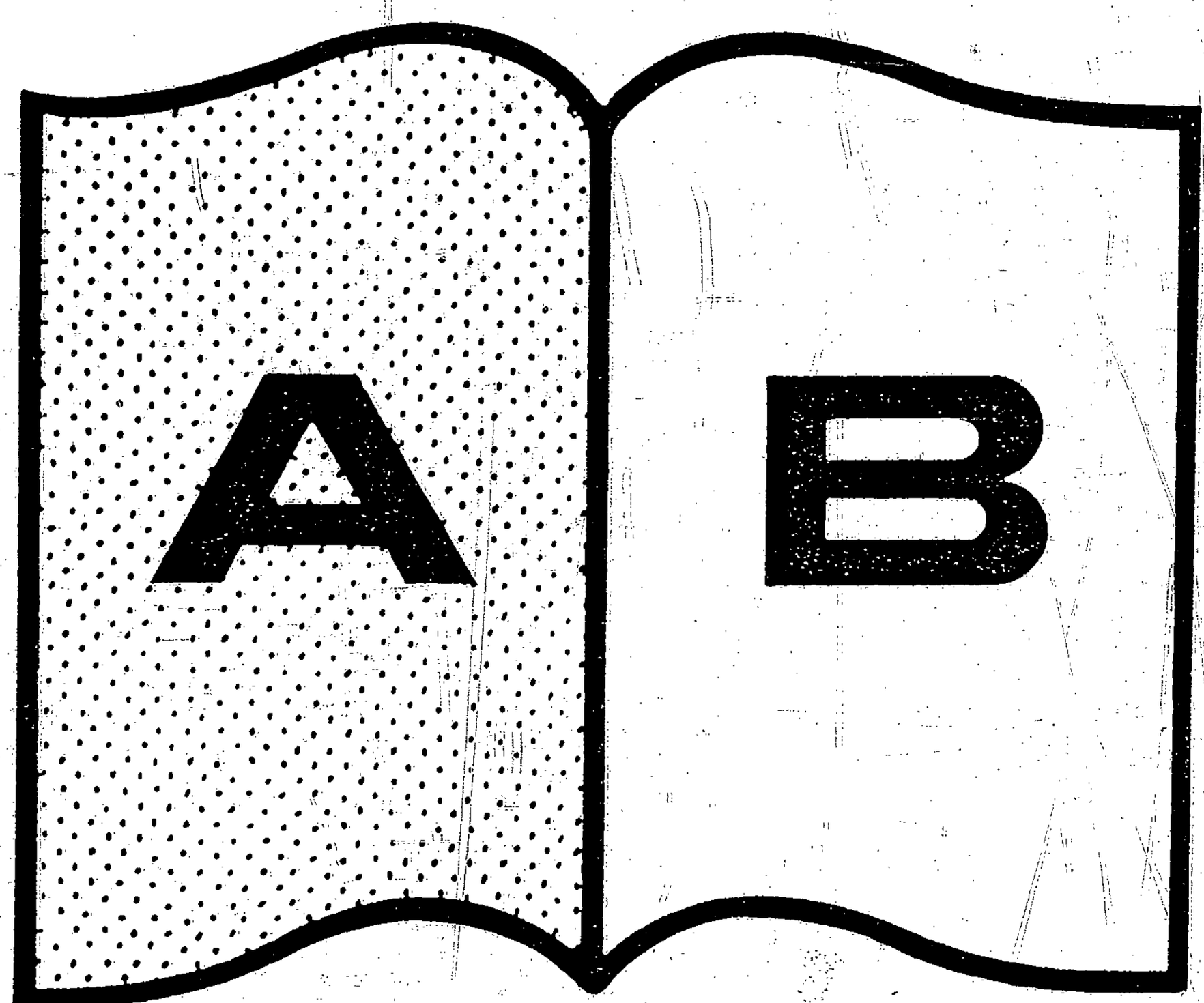
Prix de la livraison : 3 fr.

L'Art de commander. *Principes de commandement, à l'usage des officiers de tout grade,* par le capitaine André GAVET. Un volume in-12, broché. . . . . **2** fr. **50** c.

Manuel de l'organisation de l'armée et du fonctionnement des services militaires, à l'usage des états-majors, chefs de corps et officiers de toutes armes, par C. LASSALLE, archiviste d'état-major de 1re classe au ministère de la guerre. 2e édition, mise à jour 1899. Un beau volume in-8 de 1651 pages, broché. . . . . **15** fr.
Relié en percaline. . . . . **16** fr. **50** c. — Relié demi-chagrin. . . . **17** fr. **50** c.

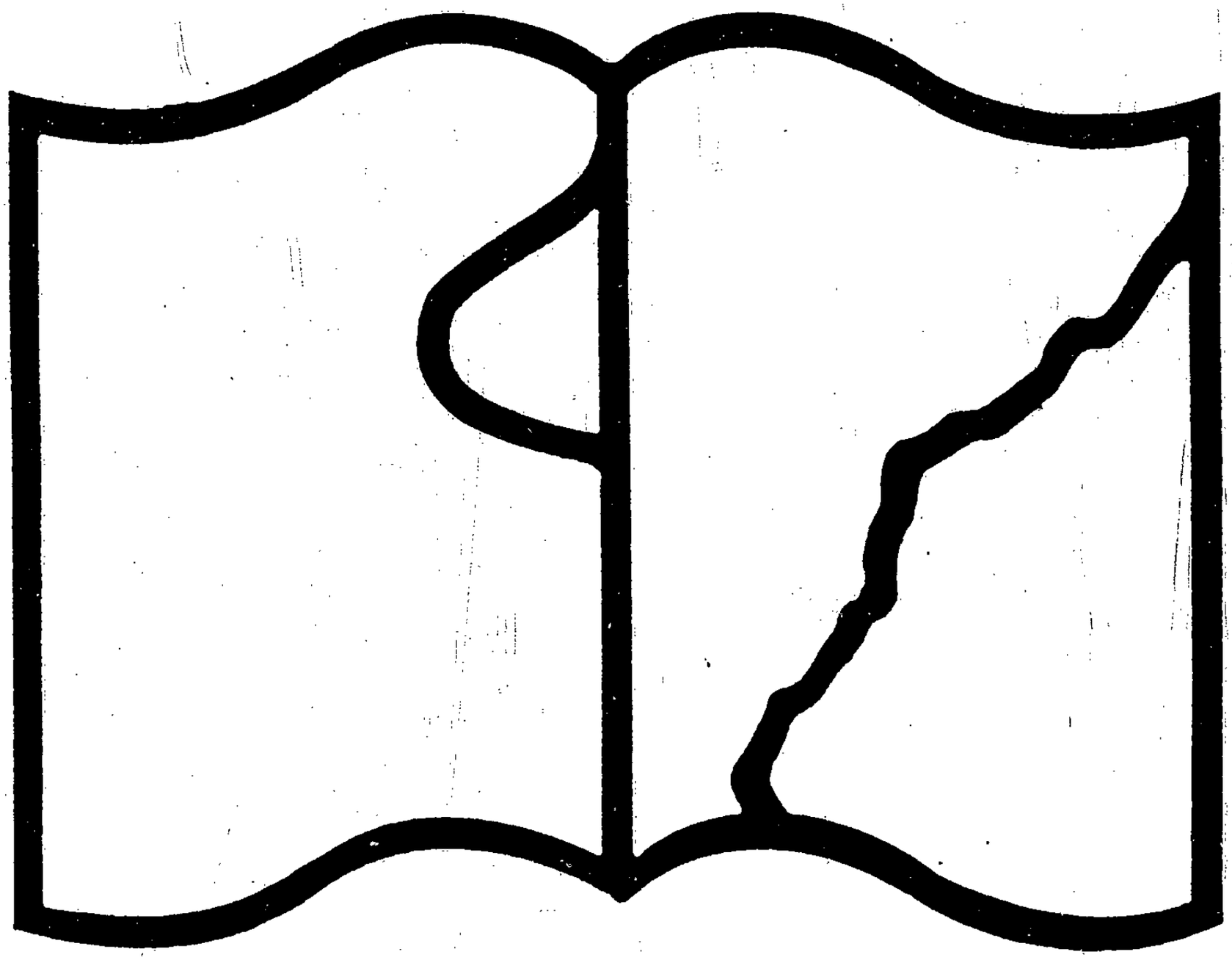
Nancy, impr. Berger-Levrault et Cie.

13e ANNÉE. — Décembre 1899
REVUE DU GÉNIE MILITAIRE. —



Contraste insuffisant

NF Z 43-120-14



Texte détérioré — reliure défectueuse

NF Z 43-120-11

TABLE DES MATIERES DU TOME XVIII (JUILLET - DECEMBRE 1899)

Abaques: théorie des Abaques (D'OCAGNE)
Acier: conduite en tôle d'Acier
Aide-mémoire de la construction (KOEMERER)
Air: élévateur-transporteur à Air comprimé
Allumeur à toile métallique de sûreté pour mines grisouteuses
Alpins: Au pays des Alpins (DUHAMEL),
Antenne pour télégraphie sans fil (fig.)
Armée et forteresses
Artillerie: Lecciones de Artilleria (DE LA LLAVE Y GARCIA)
Ballon: photographie en Ballon et téléphotographie
Bateaux: résistance à la traction des Bateaux de rivière (fig.)
Béton armé: les constructions en Béton armé (fig.),
Béton armé: théorie sur le Béton armé de MM. HENNEBIQUE (fig.),
Béton armé: DE TODESCO, STELLET, LEFORT (fig.),
Béton armé: CONSIDERE (fig.),
Béton armé: planchers en Béton armé (fig.),
Béton armé: plafonds en Béton armé (fig.),
Béton armé: poutres en Béton armé (fig.),
Béton armé: paraballes en Béton armé (fig.),
Béton armé: murs en Béton armé (fig.),
Béton armé: cloisons en Béton armé,
Béton armé: combles en Béton armé (fig.),
Béton armé: couvertures en Béton armé (fig.),
Béton armé: réservoirs en Béton armé (fig.),
Béton armé: canalisations en Béton armé (fig.),
Béton armé pour retranchements,
Béton armé: magasins en Béton armé,
Béton armé: accidents
Bicyclette pour voies ferrées
Bobine: d'induction pour télégraphie sans fil (fig.),
Bobine de self-induction pour télégraphie sans fil (fig.)
Boucliers en tôle pour retranchements
BRESSONNET: le général de division BRESSONNET
Calculs des constructions en béton armé
Canalisations en béton armé (fig.)
Caoutchouc: sa perméabilité pour les gaz
Carreaux CASTAING dans les hôpitaux
Carte: projet de réfection de la Carte de France
Casernement: législation sur le Casernement
Champs de tir: établissement des régimes des Champs de tir de circonstance et temporaires
Chauffage des hôpitaux (fig.)
Chemin de fer: bicyclette sur voie de Chemin de fer,
Chemin de fer: vérification du tracé du Chemin de fer,
Chemin de fer: le Chemin de fer transsaharien,
Chemin de fer: transports en Chemin de fer des pigeons voyageurs,
Chemin de fer: pétard de Chemin de fer en Autriche-Hongrie
Ciment: comme enduit imperméable,
Ciment: dilatation du Ciment
Cintres: voûtes sans Cintres,
Cintres extensibles
Clef: Morse pour télégraphie sans fil (fig.),
Clef: commutateur pour télégraphie sans fil (fig.)
Cloisons en béton armé
Clôtures métalliques et téléphonie
Coefficient d'élasticité du béton armé
Cohéreur pour télégraphie sans fil (fig.)
Colombiers militaires: enregistreur électrique pour Colombiers militaires

Colonies: au sujet des officiers et adjoints demandant à servir aux Colonies
Combles en béton armé (fig.)
Commission d'expériences des engins et méthodes employés par le service du génie
Conduite d'eau: en tôle d'acier en arc comprimé,
Conduite d'eau: sur chevalets, noyée
Congrès: officiers autorisés à prendre part aux travaux du Congrès des méthodes d'essai des matériaux de construction
Constructions: en béton armé (fig.),
Constructions: incombustibles,
Constructions: Les Constructions en ciment armé (BOUSSIRON),
Constructions: Contribution à la Constructions des voûtes (DEBO),
Constructions: Aide-mémoire de la Constructions (KOEMERER)
Constructions en sous-oeuvre
Contentieux: intervention du préfet dans l'instruction du Contentieux des affaires de l'administration de la guerre,
Contentieux en matière de marchés de travaux militaires
Côtes: La défense des Côtes (GRASSET)
Courants alternatifs: théorie et applications des Courants alternatifs (fig.),
Courants alternatifs: théorie de Maxwell sur les Courants alternatifs (fig.)
Couvertures en béton armé (fig.)
Distributions d'eau (DARIES)
Dynamomètre hydraulique
Eau: conduite d'Eau de San-Francisco,
Eau: Distributions d'Eau (DARIES),
Eau: élévation d'Eau par noria
Echelles pour plongées d'ouvrages de fortification
Electricité: théorie et applications des courants alternatifs (fig.),
Electricité: simplification du système des unités en *Electricité*,
Electricité: Distribution de l'énergie électrique en Allemagne (BOS et LAFFARGUE),
Electricité: Progrès de l'Electricité (BOUTY),
Electricité: enregistreur pour colombiers
Elévateur-transporteur à air comprimé
Enduit: étanche au bitume,
Enduit au ciment
Engrais pour gazonnement
Equipages de pont: visite et entretien des Equipages de pont
Escaliers d'hôpitaux,
Escaliers pour plongées des ouvrages de fortification
Essai de matériaux de construction. Congrès
Expériences: commission d'Expériences des engins et méthodes employés par le service du génie,
Expériences de télégraphie sans fil entre Douvres et Boulogne (fig.),
Expériences de syntonisation
Exploration: organisation d'un voyage d'Exploration
Explosifs: pétards de chemin de fer en Autriche-Hongrie,
Explosifs: allumeur de sûreté pour mines grisouteuses,
Explosifs: sensibilité à l'action des détonateurs
Fil de fer pour fortification de campagne, prescriptions allemandes
Forteresse: armée et Forteresse,
Forteresse: situation actuelle des Forteresse à forts détachés
Fortifications: nouveaux forts autour de Metz
Fortification: mise en harmonie avec la tactique,
Fortification: retranchements permanents pour l'infanterie,
emploi du fil de fer dans la Fortification de campagne,
Fortification: La défense des côtes (GRASSET),
Fortification: échelles et escaliers pour atteindre les plongées des ouvrages de Fortification,
Fortification: étude sur la Fortification permanente,
Fortification: rôle de la Fortification permanente,
Fortification: de la Fortification d'arrêt,
Fortification: situation actuelle des places à forts détachés,
Fortification: gazonnement

Forts: situation actuelle des places à Forts détachés,
Forts: sur les détails des Forts détachés
Galeries de communication dans les hôpitaux
Gaz: leur pénétration dans le caoutchouc
Génie: sur la séparation des carrières dans l'arme du Génie,
Génie: commission d'expériences du Génie
Géographie: la Géographie militaire et les nouvelles méthodes géographiques (fig., pl.),
Géographie: considérations générales sur la Géographie,
Harnachement: les blessures de Harnachement dans l'artillerie,
Harnachement: cession à titre remboursable de Harnachement spéciaux d'officier,
Harnachement: service et entretien du Harnachement
HERTZ: ses expériences sur les oscillations électriques
Hôpitaux: pavillons d'Hôpitaux (fig.),
Hôpitaux: ventilation des Hôpitaux (fig.),
Hôpitaux: carreaux CASTAING dans les Hôpitaux,
Hôpitaux: impostes dans les Hôpitaux,
Hôpitaux: chauffage des Hôpitaux (fig.),
Hôpitaux: orientation des Hôpitaux,
Hôpitaux: types de pavillons d'Hôpitaux (fig.),
Hôpitaux: détails d'aménagement d'Hôpitaux (fig.),
Hôpitaux: escaliers d'Hôpitaux,
Hôpitaux: galeries de communication dans les Hôpitaux,
Hôpitaux: réfectoires d'Hôpitaux (fig.),
Hôpitaux: trémies à linge sale dans les Hôpitaux
Hourdis en béton armé THOMAS
Hygiène coloniale (TREILLE)
Impostes dans les hôpitaux
Infirmerie-hôpital (fig.)
Logement des troupes de garnison,
Logement chez l'habitant
Magasins à mélinite: proscription du plomb
Marchés: compétences dans l'approbation des Marchés,
Marchés: conditions du travail dans les Marchés de l'Etat,
Marchés: contestations en matière de Marchés de travaux militaires,
Marchés: sur le cahier des clauses et conditions générales des Marchés de travaux militaires
Mélinite: proscription du plomb dans les magasins à Mélinite
Métal déployé
Métallurgie: l'industrie de la Métallurgie dans la région de Saint-Etienne
Murs en béton armé (fig.)
Navigation: traversée d'un lac sur portières,
résistance à la Navigation des bateaux
Nomographie: Traité de Nomographie (D'OCAGNE),
Nomographie dans l'enseignement
Noria LEMAIRE
Objectif photographique (MOESSARD)
Organisation du génie: contre la séparation des carrières
Orientation des pavillons d'hôpitaux
Oscillateur de télégraphie sans fil (fig.)
Paraballe en béton armé (fig.)
Passage d'un lac sur portières
Pavillons d'hôpitaux (fig.)
Pétard pour signaux de chemin de fer en Autriche-Hongrie
Photographie: en ballon et téléphotographie,
Photographie: l'objectif photographique (MOESSARD)
Pigeons voyageurs: transport en chemin de fer des Pigeons voyageurs,
Pigeons voyageurs: enregistreur électrique pour Pigeons voyageurs
Plafonds en béton armé (fig.)
Planchers en béton armé (fig.)

Plomb: proscription du Plomb dans les magasins à mélinite
Pont: visite et entretien des équipages de Pont
Portières: traversée d'un lac sur Portières
Poutres en béton armé (fig.)
Prix d'encouragement de 1898
Réfectoires d'hôpitaux
Relais pour télégraphie sans fil (fig.)
Réservoirs en béton armé (fig.)
Résistance à la traction des bateaux de rivière (fig.)
Retranchements permanents pour l'infanterie
Sauvetage d'un homme enseveli à Montfaucon-d'Argonne (fig.)
Syntonisation dans la télégraphie sans fil,
Syntonisation expériences de Syntonisation
Système défensif de la France et géologie
Tableaux: d'avancement,
Tableaux: de concours pour la Légion d'honneur
Télégraphie: effectif et emploi des troupes de Télégraphie de France,
Télégraphie sans fil, par ondes hertziennes (fig.),
Télégraphie étude théorique de la Télégraphie sans fil (fig.),
Télégraphie historique de la Télégraphie sans fil,
Télégraphie organisation et fonctionnement de la Télégraphie militaire (PAPUCHON),
Télégraphie station Marconi de Télégraphie sans fil (fig.)
Téléphonie: clôture métallique et Téléphonie
Téléphotographie: photographie en ballon et Téléphotographie
Témoignages de satisfaction à des officiers
Tôle: conduite en Tôle d'acier, 167; boucliers en Tôle pour retranchements
Transporteur: élévateur Transporteur à air comprimé
Travaux: sur la séparation des Travaux dans l'arme du génie,
Travaux d'hiver en 1897-1898,
Travaux contestations dans les marchés des Travaux militaires,
Travaux sur le cahier des clauses et conditions générales des marchés des Travaux militaires
Trémies à linge sale pour hôpitaux
Troupes: effectif et emploi des télégraphistes des Troupes du génie de France,
Troupes: logement des Troupes de garnison,
Tuyaux en tôle d'acier,
Tuyaux en béton armé,
Tuyaux doublés de verre
Vareuse pour officiers et assimilés
Vauban: Analyse et extraits de la correspondance de Vauban,
Ventilation des locaux à l'épreuve,
Ventilation des hôpitaux (fig.)
Vitesse de l'air: sa mesure par le pneumomètre
Voies ferrées: bicyclette sur les Voies ferrées,
Voies ferrées: vérification du tracé des Voies ferrées
Voûtes sans cintres,
Voûtes Contribution à la construction des Voûtes (DEBO)
Voyage: organisation d'un Voyage d'exploration

SOMMAIRE DE LA LIVRAISON DE JUILLET 1899.

La Géographie militaire et les nouvelles méthodes géographiques, par le chef de bataillon du génie BARRE (*suite*) [14 fig., pl. I et II)
Théorie et applications des courants alternatifs, par le chef de bataillon du génie J. BOULANGER (*suite*) [4 fig.]
Fortifications, etc. - Armée et forteresses
Forts autour de Metz
Organisation, etc. - Sur la séparation des carrières dans l'arme du génie
Sciences mathématiques, etc. - D'OCAGNE. *Traité de nomographie. Théorie des abaques. Applications pratiques*
Divers. - DE LA LLAVE Y GARCIA. Lecciones de artilleria
TREILLE. *Hygiène coloniale*
Documents officiels et administratifs d'avril à juillet 1899
Promotions, mutations et radiations (10 juin au 13 juillet 1899)

Tableaux d'avancement pour 1899 (*suite*)
SOMMAIRE DE LA LIVRAISON D'AOUT 1899.
La Géographie militaire et les nouvelles méthodes géographiques, par le chef de bataillon du génie BARRE (*suite et fin*) [6 fig., pl. III)
Les constructions en béton armé, par le capitaine du génie BOITEL (11 fig.)
Construction, etc. - Périodiques et livres
Communications, etc. - Sur la résistance à la traction des bateaux de rivière (5 fig.)
Emploi de la bicyclette sur les voies ferrées
Périodique
Sciences mathématiques, etc. - Noria Lemaire Périodique et livre
Sciences physiques, etc. - Périodiques et livres
Divers. - Livres. - Henry DUHAMEL. Au pays des Alpins
Documents officiels et administratifs de juillet à août 1899
Promotions, mutations et radiations (16 juillet au 15 août 1899)
Tableaux de concours pour la Légion d'honneur pour 1899 (*suite*)
SOMMAIRE DE LA LIVRAISON DE SEPTEMBRE 1899.
Les constructions en béton armé (*suite et fin*), par le capitaine du génie BOITEL (35 fig.)
Théorie et applications des courants alternatifs (*suite et fin*), par le chef de bataillon du génie BOULANGER (5 fig.)
Télégraphie sans fil par ondes hertziennes, par le capitaine du génie FERRIE (4 fig.)
Analyse et extraits de la correspondance de Vauban (*suite*), par M. A. DE ROCHAS
Sciences physiques, etc. - Sur la ventilation des locaux à l'épreuve
Livres
Divers. - Périodiques et livres
Documents officiels et administratifs de juillet 1899
Promotions, mutations et radiations (16 août au 15 septembre 1899)
Légion d'honneur
Tableaux d'avancement pour 1899 (*suite*)
SOMMAIRE DE LA LIVRAISON D'OCTOBRE 1899.
Note sur les pavillons d'hôpitaux, par le capitaine du génie HOC (13 fig.)
Sur les opérations de sauvetage effectuées à Montfaucon-d'Argonne, du 14 au 17 juillet 1899, par le chef de bataillon du génie SIMOUTRE (6 fig.)
Télégraphie sans fil par ondes hertziennes (*suite et fin*), par le capitaine du génie FERRIE (23 fig.)
Fortifications, etc. - Retranchements permanents pour l'infanterie
Périodique et livres
Construction, etc. - Elévateur transporteur à air comprimé
Périodique
Communications, etc. - Périodiques et livres
Documents officiels et administratifs de juin à octobre 1899
Promotions, mutations et radiations du 16 septembre au 15 octobre 1899
SOMMAIRE DE LA LIVRAISON DE NOVEMBRE 1899.
Note sur les pavillons d'hôpitaux (*suite et fin*), par le capitaine du génie HOC (15 fig.)
Note au sujet du logement des troupes de garnison, par le lieutenant-colonel du génie C. LECOMTE
Sur les contestations en matière de marchés de travaux militaires, par le chef de bataillon du génie AUGIER
Analyse et extraits de la correspondance de Vauban (*suite*), par M. A. DE ROCHAS
Mines, explosifs, etc. - Nouveau pétard de chemin de fer en Autriche-Hongrie
Périodique
Nécrologie. - Le général Bressonnet
Divers. - J. E. NUNES CARDOSO. Estudo de promoç **[...]** es
Documents officiels et administratifs de juillet à novembre 1899
Promotions, mutations et radiations du 16 octobre au 15 novembre 1899
SOMMAIRE DE LA LIVRAISON DE DECEMBRE 1899.
Etude sur la fortification permanente, par le colonel du génie DUPOMMIER (1 fig.)
Note au sujet du logement des troupes de garnison (*suite et fin*), par le lieutenant-colonel du génie C. LECOMTE
Sur le cahier des clauses et conditions générales des marchés de travaux militaires, par le chef de bataillon du génie AUGIER
Fortifications, etc. - Note sur le gazonnement des ouvrages de fortification, par le chef de bataillon du génie BOILEAU
Construction, etc. - Périodique, livres et brevets
Mines, explosifs, etc. - Sensibilité des explosifs à l'action des détonateurs
Sciences mathématiques, etc. - Périodiques et livres
Documents officiels et administratifs d'octobre à décembre 1899
Promotions, mutations et radiations du 16 novembre au 15 décembre 1899

Tableaux d'avancement pour 1899 (*suite*)
Table des matières du tome XVIII